



## **TUGAS AKHIR – RC14 1501**

### **PERBAIKAN TANAH DAN ALTERNATIF PERENCANAAN PONDASI CHIMNEY DI PROYEK PABRIK NIKEL BALURAN SITUBONDO**

Restu Eko Prabowo Sudaryanto  
NRP. 3113 106 029

Dosen Pembimbing :  
Ir. Suwarno M. Eng.  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar , MSc. Ph D

Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



## **TUGAS AKHIR – RC14 1501**

### **PERBAIKAN TANAH DAN ALTERNATIF PERENCANAAN PONDASI CHIMNEY DI PROYEK PABRIK NIKEL BALURAN SITUBONDO**

Restu Eko Prabowo Sudaryanto  
NRP. 3113 106 029

Dosen Pembimbing :  
Ir. Suwarno M. Eng.  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar , MSc. Ph D

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



## **TUGAS AKHIR – RC14 1501**

### **SOIL SOIL IMPROVEMENT AND ALTERNATIVE FOUNDATION OF CHIMNEY IN PROJECT NICKEL FACTORY BALURAN SITUBONDO**

Restu Eko Prabowo Sudaryanto  
NRP. 3113 106 029

Dosen Pembimbing :  
Ir. Suwarno M. Eng.  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar , MSc. Ph D

Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



## **FINAL PROJECT – RC14 1501**

### **SOIL SOIL IMPROVEMENT AND ALTERNATIVE FOUNDATION OF CHIMNEY IN PROJECT NICKEL FACTORY BALURAN SITUBONDO**

Restu Eko Prabowo Sudaryanto  
NRP. 3113 106 029

Counselor Lecture :  
Ir. Suwarno M. Eng.  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar , MSc. Ph D

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institut of Technology  
Surabaya 2016

**PERBAIKAN TANAH DAN ALTERNATIF PERENCANAAN  
PONDASI CHIMNEY DI PROYEK PABRIK NIKEL BALURAN  
SITUBONDO**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi Struktur  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**RESTU EKO PRABOWO S**  
NRP : 3113 106 029

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Suwarno, M.Eng  
NIP. 195909271986031003



.....(Pembimbing I)

Prof. Ir. Indrasurya B Mochtar, M.Sc, Ph.D.....(Pembimbing II)  
NIP. 195304081976031002



**SURABAYA  
JANUARI, 2016**

**PERBAIKAN TANAH DAN ALTERNATIF  
PERENCANAAN PONDASI CHIMNEY DI PROYEK  
PABRIK NIKEL BALURAN SITUBONDO**

**Nama Mahasiswa** : Restu Eko Prabowo S  
**NRP** : 3113106029  
**Jurusan** : Teknik Sipil FTSP - ITS  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Suwarno, M.Eng  
Prof. Ir. Indrasurya BM  
M.Sc, Ph.D

**Abstrak**

*Pada proyek Pembangunan Smelter Pabrik Nikel di Situbondo memerlukan perbaikan tanah dan alternative pondasi untuk Chimney. Tanah dasar di bawah timbunan jembatan ini adalah jenis tanah lempung lembek. Melihat kondisi tanah seperti itu maka dapat diketahui bahwa tanah dasarnya mempunyai daya dukung rendah, pemampatan yang besar, dan koefisien permeabilitas yang kecil. Sedangkan konstruksi timbunan itu sendiri juga beresiko mengalami kelongsoran karena beban timbunan yang melampaui kemampuan tanah dasar dalam memikul beban. Untuk menghindari terjadinya kelongsoran, maka perlu dilakukan pemasangan perkuatan. Sedangkan untuk mempercepat proses konsolidasi perlu dipasang PVD.*

*Pada tugas akhir ini akan direncanakan 1 alternatif system perbaikan tanah untuk perencanaan timbunan. Alternatif pertama yaitu preloading yang dikombinasikan dengan Prefabricated Vertical Drain (PVD) dan geotextile..*

*Kedua poer direncanakan memiliki ketinggian 4 m. pondasi yang digunakan dalam perencanaan ini adalah pondasi tiang pancang.*



*Dari hasil perhitungan, didapatkan bahwa PVD yang digunakan adalah PVD jenis “G&P Geotechnics SDN BHD” dengan spesifikasi lebar : 100 mm dan ketebalan : 4 mm. Pola pemasangan yang dipilih adalah pola segitiga dengan jarak 1 meter .Untuk perkuatan dengan geotextile, digunakan geotextile type Stablenka 200/45. Pada setiap sisi dibutuhkan sebanyak 6 lembar, , setiap lapis dipasang 1 lembar geotextile dengan jarak Sv 0,5 meter.Dari hasil perhitungan didapatkan dimensi poer selebar 28 meter dengan dimensi pile cap (28 x 28 x 2)m yang ditopang pondasi tiang pancang diameter 0.6 m sebanyak 100 buah dengan kedalaman 20 meter untuk dan 121 buah dengan kedalaman 26 meter diameter 0.5*

**Kata kunci:** *Chimney, Timbunan, Geotextile, , Prefabricated Vertical Drain (PVD), Penurunan, Pondasi.*

**SOIL IMPROVEMENT AND ALTERNATIVE  
FOUNDATION OF CHIMNEY IN PROJECT NICKEL  
FACTORY BALURAN SITUBONDO**

**Student Name** : Restu Eko Prabowo S  
**Register Number** : 3113106029  
**Department** : Civil Engineering FTSP-ITS  
**Supervisor** : Ir. Suwarno, M. Eng.  
Prof Ir Indrasurya BM M.Sc,  
Ph.D

***Abstract***

*In the project of smelter of nickel in Situbondo , need an embankment in order to make same elevation. Soil conditions at oprit is soft clay. Soil like that has essentially low bearing capacity, high settlement and lower coefficient of permeability. While the construction of embankment itself is also at risk of sliding under the weight of which exceed the bearing capacity of soil. To avoid sliding , it is needed to assemble reinforcement. Meanwhile, to accelerate the process of consolidation needs to be assembled PVD .*

*In this final project, it will be planned two alternative systems for designing soil improvement. The first alternative was preloading embankment combined with Prefabricated Vertical Drain (PVD) and the geotextile..*



*From the calculation , it was found that the type of PVD which used type " G&P Geotechnics SDN BHD" with the specification width : 100 mm and thickness : 4 mm . The selected mounting pattern was a triangular pattern with distance about 1meters for west side and 1 meters on east side . For reinforced, it used geotextile type Stabilenka 200/45 . in the west side, it was needed 10 sheets of geotextile and the east side was needed 10 sheets of geotextile . Each sheet layer of geotextile had distance (Sy) about 0.5 meters.. From the calculation results, it obtained poer width dimension about 28 meters with pile cap dimensions ( 28 x 28 x 2 ) m which sustained pile foundation with diameter 0.6 m about 100 pieces with depth was 20 meters in west side and 121 pieces with depth was 26 meters in 0.5 m.*

***Keywords : Embankment, Geotextile, Micropile, Prefabricated Vertical Drain (PVD), Settlement, Preloading, Abutment, Foundation.***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas berkah, rahmat, dan karunia-Nya, buku laporan tugas akhir ini dapat selesai. Buku tugas akhir ini ditulis sebagai persyaratan akademis untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Sipil, Bidang Studi Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Kepada kedua orang tua yang telah memberikan semangat, kesabaran, dan semua yang beliau punya untukku dalam menyelesaikan kuliah ini
2. Bapak Ir. Suwarno M.Eng dan Prof. Ir. Indrasurya B.M., M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing , atas bimbingan dan nasihat kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ir. Edijatno , CES., DEA selaku dosen wali dan Ketua Program Studi Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil ITS.
4. Renzylia Rahasty yang dengan sabar membantu dan menemani dan Teman-teman seperjuangan, Isworo, David, Agam, Habibi, Eko dan teman teman Sipil LJ Genap 2014.
5. Teman teman dari Gerakan Mahasiswa Surabaya yang senantiasa mendoakan dan mensupport selama penulis menjalani perkuliahan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis sangat menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu segala kritik dan saran akan penulis terima, besar harapan penulis buku laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi siapapun yang membaca tugas akhir ini.

Surabaya, Januari 2016

Penulis



Halaman ini sengaja dikosongkan



## DAFTAR TABEL

TABEL 4.1.	Data Tanah Dasa.....	30
TABEL 4.2.	Dimensi Tiang Pancang.....	33
TABEL 5.1.	Penurunan Akibat Timbunan 4 Meter.....	36
TABEL 5.2.	Penurunan Akibat Timbunan 4 Meter dan Pabrik.....	38
TABEL 5.3.	Penurunan Akibat Timbunan 4 Meter dan Surcharge.....	40
TABEL 6.1	Data NSPT.....	59
TABEL 6.2	Konfigurasi Jarak Tiang Pancang.....	64
TABEL 6.3.	Gaya Akibat Beban Kombinasi.....	64
TABEL 6.4.	Perhitungan Gaya.....	69
TABEL 6.5.	Data NSPT.....	71
TABEL 6.6.	Konfigurasi Jarak Tiang Pancang.....	75
TABEL 6.7.	Gaya Akibat Beban Kombinasi.....	75
TABEL 6.8.	Perhitungan Gaya.....	80



## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1.1.	Peta Lokasi Perencanaan.....	4
GAMBAR 1.2.	Denah Perencanaan .....	4
GAMBAR 2.1.	Pola Susunan Bujur Sangkar.....	13
GAMBAR 2.2.	Pola Susunan Segitiga.....	13
GAMBAR 2.3.	Ekuivalen Diameter Untuk PVD.....	14
GAMBAR 2.4.	Gaya Gaya Internal Stability.....	18
GAMBAR 2.5.	Gaya Gaya Fondation Stability.....	20
GAMBAR 3.1.	Diagram Alir Tugas Akhir.....	24
GAMBAR 4.1.	Lokasi Pabrik Nikel.....	29
GAMBAR 4.2.	Data BOR LOG.....	31
GAMBAR 5.1.	Grafik Hubungan Waktu dengan Konsolidasi.Pola Segitga.....	47
GAMBAR 5.2.	Grafik Hubungan Waktu dengan Konsolidasi.Pola Segiempat.....	48
GAMBAR 5.3.	Grafik Hubungan Waktu dengan Konsolidasi.....	48
GAMBAR 5.4.	Hasil Analisa Geoslope.....	49
GAMBAR 6.1.	Konfigurasi Tiang Pancang diameter 600mm.....	63
GAMBAR 6.2.	Konfigurasi Tiang Pancang.....	68
GAMBAR 6.3.	Konfigurasi Tiang Pancang diameter 500mm.....	74
GAMBAR 6.4.	Konfigurasi Tiang Pancang.....	80



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Proyek pembangunan smelter oleh PT Baluran Indah merupakan pengembangan dari pabrik penambangan nikel di daerah Kalimantan. Smelter ini berlokasi di Baluran Kabupaten Situbondo Jawa Timur. Smelter ini berfungsi untuk mengolah bahan baku mentah nikel menjadi barang setengah jadi yang akan meningkatkan nilai jual dari nikel tersebut.

Pabrik ini terdiri dari beberapa wilayah pabrik antara lain wilayah pabrik seluas 100 ha, wilayah *smelter* seluas 30 ha dan *Power Plant* seluas 39 ha. Salah satu kawasan ini merupakan kawasan *Power Plant* yang berfungsi sebagai sumber tenaga listrik untuk menjalankan segala aktifitas didalam pabrik/ *smelter* tersebut tersebut.

Pada masa sekarang ini banyak sekali pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang menggunakan chimney (cerobong asap) sebagai tempat penyimpanan hasil-hasil pembuangan dari pembakaran batubara. Sebuah pabrik Pengertian dari chimney sendiri adalah suatu tempat penyimpanan hasil-hasil pembuangan bahan atau material yang berupa butiran-butiran abu batubara (fly ash) yang berbentuk silinder atau tabung. *Chimney* terbuat dari beton dan ada juga terbuat dari baja. Untuk menopang *chimney* dengan tinggi 210 m dan diameter bawah 26 m maka diperlukan suatu pondasi yang mampu menopang baban sebesar itu.

*Chimney* ini terdapat di lingkup power plant dengan luas 39 ha. Berdasarkan data hasil pengujian tanah *N-SPT* yang di lakukan dilokasi proyek jenis tanah dasar pada lokasi ini yaitu lanau kelempungan dengan letak kedalaman *medium stiff* pada kedalaman 10 m. Kawasan *Power Plant* ini ini terletak diatas lahan yang dahulunya persawahan dengan lebar 250 m dan panjang 1560 m, seluruh daerah persawahan tersebut akan ditimbun . Oleh karena itu perlu diadakan perbaikan tanah terlebih dahulu. Alternatif perbaikan tanah yang digunakan yaitu

dengan cara menimbun dengan tanah yang kualitas nya bagus setinggi 4 m.

Adapun hal hal yang perlu mendapat perhatian dalam perencanaan timbunan dan pondasi chimney yaitu

1. Kemungkinan terjadi kelongsoran di tepi timbunan . hal ini disebabkan karena daya dukung lapisan tanah dasar relatif sangat rendah
2. Kemungkinan adanya *Consolidation Settement* atau penurunan konsolidasi akibat beban timbunan sendiri
3. Perencanaan pondasi harus didesain agar mampu menopang semua gaya gaya yang bekerja pada struktur bawah tersebut termasuk menahan gaya akibat *poer* diatas pondasi.
4. Perencanaan dimensi dan tulangan *poer* harus mampu menahan gaya gaya akibat yang bekerja pada *poer* tersebut.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan dalam mendesain pondasi *chimney* (cerobong asap) yaitu :

1. Berapa tinggi H initial dan H final timbunan?
2. Berapa lama waktu konsolidasi untuk pada tanah di lokasi tersebut?
3. Bila memerlukan PVD, berapa jarak dan bagaimana pola pemasangan PVD tersebut?
4. Bagaimana Kecepatan penimbunan dan tebal laisan penimbunan serta peningkatan daya dukung tanah?
5. Alternatif perbaikan tanah apa yang digunakan bila terjadi kelongsoran di tepi timbunan
6. Bagaimana Alternatif Perencanaan tiang pancang untuk mendukung beban *chimney*
7. Bagaimana perencanaan *poer* untuk Pondasi chimney?

### 1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan proposal tugas akhir ini penulis membatasi bahasan pada hal-hal berikut ini :

1. Tidak menghitung biaya pembangunan *chimney*, *biaya timbunan*, *biaya PVD* maupun *biaya perkuatan* (RAB).
2. Tidak membahas metode pelaksanaan pemancangan di lokasi proyek.
3. Data tanah yang digunakan adalah data Standart *Penetration Test (SPT)*.

### 1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Dapat merencanakan timbunan untuk memperbaiki kondisi tanah di lokasi proyek.
2. Dapat mengatasi apabila terjadi kelongsoran pada tepi timbunan.
3. Dapat merencanakan alternatif pondasi *chimney* beserta poer pondasi tersebut.

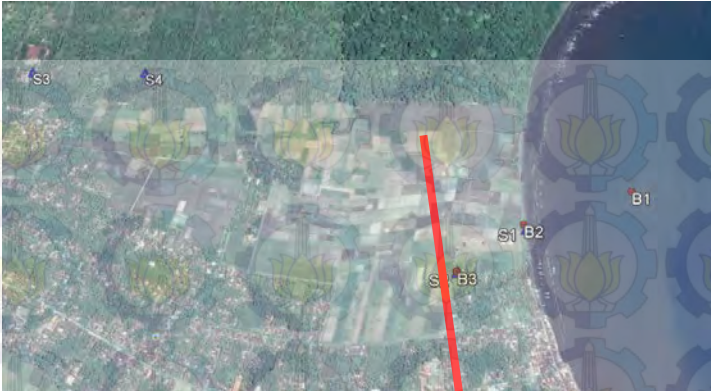
### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang bisa diambil dari penulisan tugas akhir ini adalah memberikan pengetahuan lebih bagi penulis untuk merencanakan konstruksi bangunan bawah *chimney* (cerobong asap) sehingga penulis mempunyai kesiapan dalam menghadapi dunia kerja nantinya dan memberikan pengetahuan kepada masyarakat tentang mendesain bangunan bawah *chimney* (cerobong asap)

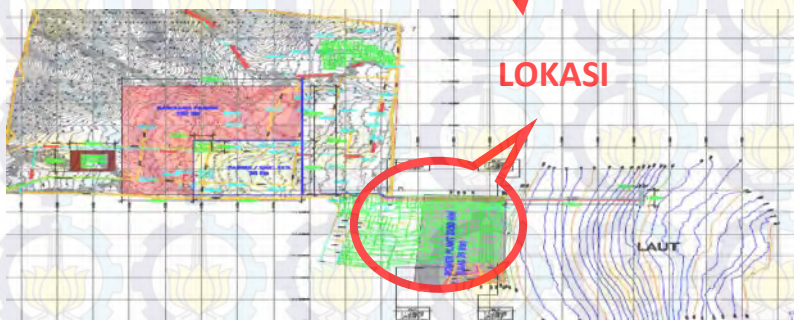
### 1.6 Lokasi Perecanaan

Dalam tugas akhir ini lokasi perencanaan., berlokasi di Baluran Kabupaten Situbondo Jawa TImur





**Gambar 1.1** Peta Lokasi Perencanaan



**Gambar 1.2** Gambar Denah Perencanaan

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1.1 Umum**

#### **2.1.2 Pondasi**

Pondasi tiang pancang (*pile foundation*) adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan mentransfer (menyalurkan) beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu. Tiang pancang bentuknya panjang dan langsing yang menyalurkan beban ke tanah yang lebih dalam. Bahan utama dari tiang adalah kayu, baja (*steel*), dan beton. Tiang pancang yang terbuat dari bahan ini adalah dipukul, dibor atau di dongkrak ke dalam tanah dan dihubungkan dengan *pile cap* (poer). Tergantung juga pada tipe tanah, material dan karakteristik penyebaran beban tiang pancang diklasifikasikan berbeda-beda. Pondasi tiang digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam. Pondasi jenis ini dapat juga digunakan untuk mendukung bangunan yang menahan gaya angkat ke atas, terutama pada bangunan-bangunan tingkat yang dipengaruhi oleh gaya-gaya penggulingan akibat beban angin. Tiang-tiang juga digunakan untuk mendukung bangunan dermaga. Pada bangunan ini tiang-tiang dipengaruhi oleh gaya-gaya benturan kapal dan gelombang air (H. C. Hardiyatmo, 2002).

Pondasi tiang digunakan untuk beberapa maksud :

Untuk membawa beban-beban konstruksi diatas permukaan tanah ke dalam tanah melalui lapisan tanah. Dalam hal ini, transfer gaya yang terjadi tidak hanya menyangkut beban gaya vertikal saja, namun juga meliputi gaya lateral

1. Untuk menahan gaya desakan ke atas yang sering kali menyebabkan terjadinya kegagalan guling, seperti untuk telapak ruangan bawah tanah di bawah bidang batas air jenuh. Pondasi telapak dapat juga dipakai untuk menopang kaki-kaki menara terhadap kegagalan guling, dimana gaya momen yang dihasilkan dari beban horison-



tal (dalam hal ini beban angin) dapat ditahan oleh gaya friksi tanah terhadap permukaan pondasi tiang pancang

2. Dapat memampatkan endapan tak berkoheesi yang bebas lepas di dalam tanah dengan melalui kombinasi perpindahan isi tiang pancang dan getaran dorongan saat pemancangan. Dalam pelaksanaannya, pondasi tiang pancang tersebut dapat ditarik keluar kemudian
3. Mengontrol penurunan bila kaki-kaki yang tersebar atau telapak berada pada tanah tepi atau didasari oleh sebuah lapisan yang kemampatannya tinggi.
4. Membuat tanah di bawah pondasi sebuah mesin menjadi kaku untuk mengontrol amplitudo getaran dan frekwensi alamiah dari sistem mesin tersebut bila dijalankan. Dalam hal ini, transfer beban dinamis akibat getaran (vibrasi) sebuah mesin dapat dilaksanakan dengan baik tanpa harus mengubah struktur tanah, dimana tanah menjadi kaku dan teredam dari vibrasi mesin
5. Sebagai faktor keamanan tambahan di bawah tumpuan jembatan dan tiang khususnya, jika erosi merupakan persoalan yang potensial. Dengan adanya pondasi tiang pancang, kegagalan gelincir yang dapat disebabkan oleh erosi dan beban horisontal akan dapat diatasi.

### 2.1.3 Macam Macam Pondasi Tiang

Pondasi adalah suatu kontruksi bagian dasar dalam suatu bangunan atau bagian terendah dalam perencanaan fungsi pondasi adalah memikul berat keseluruhan suatu bangunan diteruskan ke bagian tanah

#### 1. Pondasi Dangkal.

Pondasi dangkal biasanya dibuat dekat dengan permukaan tanah, umumnya kedalaman pondasi didirikan kurang  $\frac{1}{3}$  dari lebar pondasi sampai dengan kedalaman kurang dari 3m. Kedalaman pondasi

dangkal ini bukan aturan yang baku, tetapi merupakan sebagai pedoman. Pada dasarnya, permukaan pembebanan atau kondisi permukaan lainnya akan mempengaruhi kapasitas daya dukung pondasi dangkal. Pondasi dangkal biasanya digunakan ketika tanah permukaan yang cukup kuat dan kaku untuk mendukung beban yang dikenakan dimana jenis struktur yang didukungnya tidak terlalu berat dan juga tidak terlalu tinggi, pondasi dangkal umumnya tidak cocok dalam tanah kompresif yang lemah atau sangat buruk, seperti tanah urug dengan kepadatan yang buruk, pondasi dangkal juga tidak cocok untuk jenis tanah gambut, lapisan tanah muda dan jenis tanah deposito aluvial, dll.

## 2. Pondasi Dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang ditanam didalam tanah dengan kedalaman tertentu yang berfungsi meneruskan beban bangunan ke dasar tanah. Pondasi dalam biasanya dipasang pada kedalaman lebih dari 3 m di bawah elevasi permukaan tanah. Pondasi dalam dapat digunakan untuk mentransfer beban ke lapisan yang lebih dalam untuk mencapai kedalaman yang tertentu sampai didapat jenis tanah yang mendukung daya beban struktur bangunan sehingga jenis tanah yang tidak cocok di permukaan tidak mempengaruhi struktur bangunan

- a. Pondasi sumuran merupakan sebuah bentuk peralihan diantara pondasi dangkal dan pondasi tiang. Pondasi sumuran sangat tepat digunakan pada tanah kurang baik dan lapisan tanah kerasnya berada pada kedalaman lebih dari 3m. Diameter sumuran biasanya antara 0.80 - 1.00 m dan ada kemungkinan dalam satu bangunan diameternya berbeda-beda, ini dikarenakan masing-masing kolom berbeda bebannya
- b. Penggunaan pondasi tiang pancang sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang berada dibawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang

bekerja padanya Atau apabila tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan seluruh beban yang bekerja berada pada lapisan yang sangat dalam dari permukaan tanah kedalamannya lebih dari 8 meter. Fungsi dan kegunaan dari pondasi tiang pancang adalah untuk memindahkan atau mentransfer beban-beban dari konstruksi di atasnya (super struktur) ke lapisan tanah keras yang letaknya sangat dalam. Dalam pelaksanaan pemancangan pada umumnya dipan-cangkan tegak lurus dalam tanah, tetapi ada juga dipan-cangkan miring (*battle pile*) untuk dapat menahan gaya-gaya horizontal yang bekerja, Hal seperti ini sering terjadi pada dermaga dimana terdapat tekanan kesamping dari kapal dan perahu. Sudut kemiringan yang dapat dicapai oleh tiang tergantung dari alat yang dipergunakan serta disesuaikan pula dengan perencanaannya

- c. Pondasi Bore Pile adalah bentuk Pondasi Dalam yang dibangun di dalam tanah dengan kedalamannya tertentu. Pondasi ini ditempatkan sampai ke dalam tanah yang dibutuhkan dengan cara membuat lobang yang dibor dengan alat bore pile mini crane. Setelah mencapai kedalaman yang dibutuhkan, kemudian dilakukan pemasangan kasing/begisting yang terbuat dari plat besi, kemudian dimasukkan rangka besi pondasi yang telah dirakit sebelumnya, lalu dilakukan pengecoran terhadap lobang yang sudah di bor tersebut. Pekerjaan pondasi ini tentunya dibantu dengan alat khusus, untuk mengangkat kasing dan rangka besi. Setelah dilakukan pengecoran kasing tersebut dikeluarkan kembali.

#### 2.1.4 Penggolongan Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang dapat dibagi menjadi 3 kategori .

1. Tiang perpindahan besar (*Large displacement pile*), yaitu tiang pejal atau berlubang dengan ujung tertutup yang di-



pancang ke dalam tanah sehingga terjadi perpindahan volume yang relatif besar. Seperti: tiang kayu, tiang beton pejal atau berlubang, tiang beton prategang, tiang baja bulat (tertutup pada ujungnya).

2. Tiang perpindahan kecil (*Small displacement pile*), sama seperti kategori pertama hanya volume tanah yang dipindahkan relative kecil. Seperti : tiang beton berlubang dengan ujung terbuka, tiang baja H, tiang baja bulat, tiang ulir.
3. Tiang tanpa perpindahan (*Non displacement pile*), yaitu tiang yang dipasang di dalam tanah dengan cara menggali atau mengebor tanah. Seperti: tiang beton yang dicor ke dalam lubang hasil pengeboran tanah, tabung dipasang dalam lubang dan dicor beton, tabung baja dibor ke dalam tanah.

Berdasarkan penyaluran bebandapat dibagi menjadi 3 kategori :

1. Pondasi tiang dengan tahanan ujung (*end bearing pile*). Tiang ini meneruskan beban melalui tahanan ujung tiang kelapisan tanah pendukung.
2. Pondasi tiang dengan tahanan geseran (*friction pile*). Tiang ini meneruskan beban ke tanah melalui tahanan geser selimut tiang.
3. Kombinasi *friction* dan *end bearing capacity*

## 2.2 Penyelidikan Tanah

Penyelidikan Tanah dilapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi tanah dan jenis lapisannya. Penyelidikan tanah ini dilakukan dengan berbagai cara, seperti:

### 2.2.1 Sondir

Test sondir dilakukan dengan menggunakan alat sondir yang dapat mengukur nitai perlawanan konus (*Cone Resistance*) dan hambatan tekat (*Local Friction*) secara langsung di lapangan.

Hasil penyondiran disajikan dalam bentuk diagram sondir yang memperlihatkan hubungan antara kedalaman sondir di bawah muka tanah dan besarnya nilai perlawanan konus ( $q_c$ ) serta jumlah hambatan petekat (TF).

### 2.2.2 Deep Boring

Deep boring dilaksanakan dengan menggunakan mesin bor untuk mendapatkan contoh tanah. Pekerjaan Standard Penetration Test juga dilakukan pada pekerjaan boring.

### 2.2.3 Standard Penetration Test

Standard Penetration test dilaksanakan pada lubang bor setelah pengambilan contoh tanah pada setiap beberapa interval kedalaman. Cara uji dilakukan untuk memperoleh parameter pertahanan penetrasi lapisan tanah di lapangan. Parameter tersebut diperoleh dari jumlah pukulan terhadap penetrasi konus, yang dapat dipergunakan untuk mengidentifikasi pertapisan tanah.

Dalam proyek gedung pabrik baja ini yang menjadi rujukan untuk pengerjaan tugas akhir ini, data tanah yang didapatkan adalah dari hasil tes SPT. Setelah mengadakan penyelidikan tanah, maka selanjutnya dipilih jenis pondasi yang digunakan.

## 2.3 Daya Dukung Tiang

Perhitungan daya dukung tiang dapat dilakukan dengan cara pendekatan statis dan dinamis. Perhitungan daya dukung secara statis dilakukan menurut teori Mekanika Tanah, yaitu : penggunaan parameter parameter geser tanah ( $c$  dan  $\phi$ ), sedangkan perhitungan secara dinamis dilakukan dengan menganalisa daya dukung batas (ultimit) dengan data yang diperoleh dari data pemancangan tiang. Hasil hitungan pendekatan statis kadang-kadang masih perlu dicek dengan mengadakan pengujian tiang untuk menyakinkan hasilnya. Adanya variasi kondisi tanah, tipe pola



ksanaan pemancangan, tipe tiang dicetak di luar/ dicor di tempat ,tiang berdinding rata / gelombang, tiang terbuat dari baja / beton dll. Semua faktortersebut sangat berpengaruh pada faktor gesekan antara dinding tiang dan tanahsehingga akan mempengaruhi daya dukung tiang.

### 2.3.1 Metode statis

Daya dukung tiang pondasi diperoleh dari gabungan tahanan tanahdi ujung tiang (end resistance) ditambah gesekan atau hambatan lekat padapermukaan tiang yang tertanam (skin friction atau adhesive resistance)Perencanaan daya dukung tiang pancang dapat dianggap bahwa tiang seluruhnya tertahan oleh tahanan tanah di bawah kaki tiang (end bearing piles)atau seluruhnya tertahan oleh hambatan lekat atau gesekan tanah (friction piles).

Friction piles ini umum dipakai untuk tiang pondasi yang sangat panjang / dalamsehingga pengaruh hambatan lekat atau gesekan menjadi sangat besar.

Inti dari perumusan daya dukung tiang pancang adalah menentukan tahananujung tanah ( $Q_p$ ) dan hambatan gesek atau lekatan tanah pada tiang ( $Q_s$ ).Penentuan besaran-besaran tersebut umumnya secara empiric dari pengalamanpemancangan yang dikorelasi oleh tahanan tanah terhadap penetrasi SP T ataupun sondir.

#### a. Perumusan daya dukung berdasarkan data N-SPT

##### Menurut Schmertmann

$$P_{ult \text{ tiang}} = 40 \text{ N} \cdot A_{ujung \text{ tiang}} + \sum_{i=0}^n \frac{N_i}{2 \text{ atau } 5} \times A_{si}$$

Harga N rata rata  $N_{2 \text{ 4D}}$  dibawah ujung s/d  $8 \text{ D}$  diatas ujung tiang

Keterangan:

$Q$  = Daya dukung ultimate tiang (ton)

$A_p$  = Luas penampang ujung tiang (m<sup>2</sup>)

$N_p$  = Ratarata dari harga SPT mulai 4D di bawah ujung tiang sampai 8D di atas tiang

$A_s$  = Luas selimut tiang (m<sup>2</sup>)

$N_s$  Harga SPT ratarata pada lapisan tanah sepanjang tiang yang ditinjau

## 2.4 Metode Percepatan Pemampatan dengan PVD (*Preabricated Vertical Drain*)

Penentuan waktu konsolidasi didasarkan pada teori aliran air vertikal didalam kolom pasir (menurut Barron, 1948) dengan menggunakan asumsi teori Terzaghi tentang konsolidasi linier satu dimensi. Teori tersebut menetapkan hubungan antara waktu, diameter drain, jarak antara drain, koefisien konsolidasi dan rata – rata derajat konsolidasi. Penentuan waktu konsolidasi dari teori Barron (1948) adalah

$$t = \left( \frac{D^2}{8Ch} \right) F(n) \ln \left( \frac{1}{1 - \bar{U}_h} \right) \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

$t$  = waktu untuk menyelesaikan konsolidasi primer.

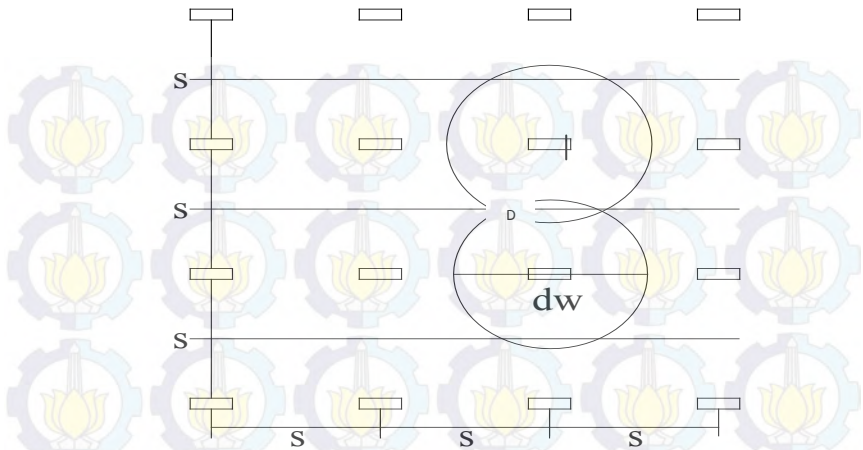
$D$  = diameter equivalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari PVD.

$D$  = 1,13 x S untuk pola susunan bujur sangkar (**Gambar2.1**).

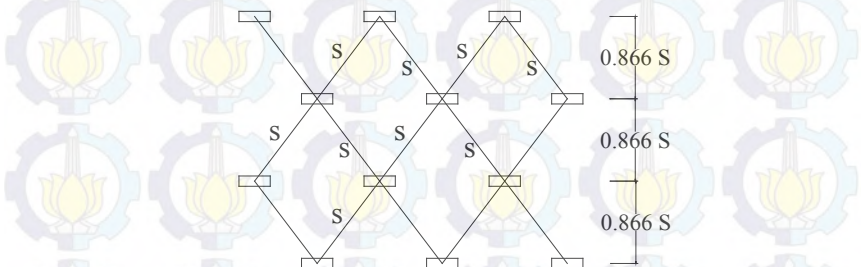
$D$  = 1,05 x S untuk pola susunan segitiga (**Gambar 2.2**)

$Ch$  = koefisien konsolidasi untuk aliran air arah horisontal

$\bar{U}_h$  = derajat konsolidasi tanah (arah horisontal)



**Gambar 2.1** Pola Susunan Bujur Sangkar,  $D = 1,13 S$



**Gambar 2.2** Pola Susunan Segitiga,  $D = 1,05 S$

Persamaan 2.3 dikembangkan lagi oleh Hansbo (1979) yang mendekati teori Barron. Teori Hansbo (1979) lebih

sederhana dengan memasukkan dimensi fisik dan karakteristik PVD. Fungsi  $F_{(n)}$  adalah merupakan fungsi hambatan akibat jarak antara titik pusat PVD. Menurut Hansbo (1979), harga  $F_{(n)}$  didefinisikan dalam Persamaan 2.4:

$$F(n) = \left( \frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(n) - \left( \frac{3n^2 - 1}{4n^2} \right) \right]$$

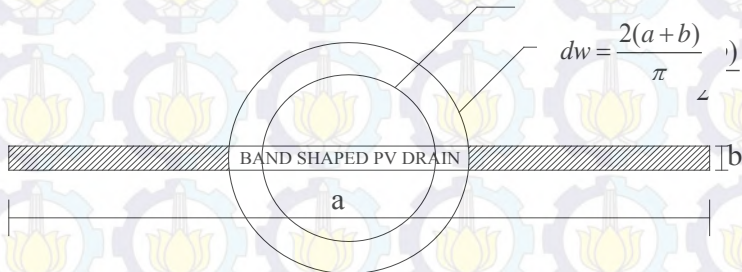
atau

$$F(n) = \left( \frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(n) - 3/4 - \left( \frac{1}{4n^2} \right) \right] \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

$$n = D/d_w$$

$d_w$  = diameter *equivalen* dari vertikal drain (**Gambar 2.3**)



**Gambar 2.3** *Equivalent Diameter* ( $d_w$ ) untuk PVD

Pada umumnya,  $n > 20$  sehingga dapat dianggap  $1/n = 0$  dan

$$\left( \frac{n^2}{n^2 - 1} \right) \approx 1 ; \text{ jadi :}$$

$$F_{(n)} = \ln(n) - 3/4, \text{ atau}$$

$$F_{(n)} = \ln(D/d_w) - 3/4 \dots\dots\dots (2.5)$$



Hansbo (1979) menentukan waktu konsolidasi dengan menggunakan Persamaan sebagai berikut :

$$t = \left( \frac{D^2}{8.C_h} \right) \cdot (F(n) + F_s + F_r) \cdot \ln \left( \frac{1}{1 - \bar{U}_h} \right) \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

- t = waktu yang diperlukan untuk mencapai  $\bar{U}_h$   
D = diameter equivalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari PVD.  
• 1,13 x S untuk pola susunan bujur sangkar  
• 1,05 x S untuk pola susunan segitiga  
S = jarak antara titik pusat PVD  
C<sub>h</sub> = koefisien aliran horisontal = (k<sub>h</sub>/k<sub>v</sub>).C<sub>v</sub>  
K<sub>h</sub>/K<sub>v</sub> = perbandingan antara koefisien permeabilitas tanah arah horisontal dan vertikal, untuk tanah lempung jenuh air berkisar antara 2 – 5  
F<sub>(n)</sub> = faktor hambatan disebabkan karena jarak antar PVD  
F<sub>r</sub> = faktor hambatan akibat gangguan pada PVD sendiri  
F<sub>s</sub> = faktor hambatan tanah yang terganggu (*disturbed*)  
 $\bar{U}_h$  = derajat konsolidasi tanah (arah horisontal)

Harga F<sub>r</sub> merupakan faktor tahanan akibat adanya gangguan pada PVD sendiri dan dirumuskan sebagai berikut :

$$F_r = \pi \cdot z \cdot (L - z) \cdot \left( \frac{k_h}{q_w} \right) \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana:

- z = kedalaman titik yang ditinjau pada PVD terhadap permukaan tanah  
L = panjang *vertical drain*  
K<sub>h</sub> = koefisien permeabilitas arah horisontal dalam tanah yang tidak terganggu (*undisturbed*)



$Q_w$  = Discharge capacity (kapasitas discharge) dari drain (tergantung dari jenis PVDnya).

$F_s$  merupakan faktor ada atau tidaknya perubahan tanah di sekitar PVD akibat pemancangan. Faktor ini memasukkan pengaruh gangguan terhadap tanah karena pemancangan,  $F_s$  dirumuskan:

$$F_s = \left( \frac{kh}{ks} - 1 \right) \cdot \ln \left( \frac{ds}{dw} \right) \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

$K_s$  = koefisien permeabilitas arah horisontal pada tanah sudah terganggu (*disturbed*).

$D_s$  = diameter tanah yang terganggu (*disturbed*) sekeliling *vertical drain*.

$d_w$  = *equivalen diameter*.

Dalam Persamaan 2.20, adanya faktor  $F_s$  dan  $F_r$  cenderung memperlambat kecepatan konsolidasi. Factor yang paling penting adalah  $F_{(n)}$  sedangkan nilai  $F_s$  dapat mendekati atau lebih besar dari  $F_{(n)}$ . Data lapangan didapatkan harga  $F_s/F_{(n)}$  berkisar antara 1 sampai 3; untuk memudahkan perencanaan maka diasumsikan  $F_{(n)} = F_s$  dan harga  $F_r$  dianggap nol sehingga Persamaan 2.20 berubah menjadi:

$$t = \left( \frac{D^2}{8 Ch} \right) \cdot (2 F_{(n)}) \cdot \ln \left( \frac{1}{1 - \bar{U} h} \right) \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

$t$  = waktu yang diperlukan untuk mencapai  $\bar{U} h$

$D$  = diameter lingkaran

$F_{(n)}$  = faktor hambatan disebabkan karena jarak antara PVD

$C_h$  = koefisien konsolidasi tanah horisontal

$\bar{U}_h$  = derajat konsolidasi tanah (arah horisontal)

Dengan memasukkan harga  $t$  tertentu, dapat dicari harga  $\bar{U}_h$  pada lapisan tanah yang dipasang PVD. Selain konsolidasi akibat aliran pori arah horisontal, juga terjadi konsolidasi akibat aliran air arah vertikal  $\bar{U}_v$ . Harga  $\bar{U}_v$  dicari dengan Persamaan :

$$T_v = \frac{t \cdot C_v}{(H_{dr})^2} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

$H_{dr}$  = ketebalan lapisan tanah yang dipasang PVD

$C_v$  = harga  $C_v$  tanah pada lapisan setebal panjang PVD

Untuk nilai  $C_v$  yang berbeda di setiap lapisan tanah maka dihitung nilai  $C_v$  gabungan yang dicari dengan persamaan:

$$C_{v \text{ gab}} = \frac{(H_1 + H_2 + \dots + H_n)^2}{\left[ \frac{H_1}{\sqrt{C_{v1}}} + \frac{H_2}{\sqrt{C_{v2}}} + \dots + \frac{H_n}{\sqrt{C_{vn}}} \right]^2} \dots\dots\dots (2.11)$$

$t$  = waktu konsolidasi yang dipilih

Derajat konsolidasi rata-rata  $\bar{U}$  dapat dicari dengan cara :

$$\bar{U} = [1 - (1 - U_h)(1 - U_v)] \times 100\% \dots\dots\dots (2.12)$$

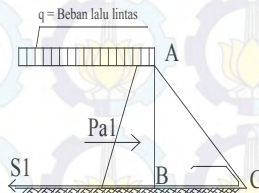
## 2.5 Sistem Perkuatan Tanah dengan Geotextile

Geotextile merupakan salah satu jenis bahan *Geosynthesis* yang paling luas penggunaannya dalam bidang teknik sipil. Salah satunya adalah penggunaan pada timbunan. Pada perencanaan *Geotextile* untuk *slope stability*, perlu ditinjau stabilitas pada :

1. Internal Stability
2. Foundation Stability
3. Overall Stability

### 2.5.1.1 Internal Stability

Dapat dilihat pada **Gambar 2.4**, Kondisi *internal stability* tercapai bila tidak terjadi longsor pada lereng AC



Gambar 2.4 Gaya-gaya pada Internal Stability

1. Syarat Tidak Terjadi *Failure* di Lereng AC

$$P_{a1} \leq \frac{(\text{Beratefektif}ABC) \times \tan \delta}{SF} \quad (2.13)$$

Dimana :

$\delta$  = sudut geser antara tanah timbunan dan material *geotextile*  $\approx \phi$

SF = 1,35 untuk jalan sementara

= 2,00 untuk jalan permanen

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

2. Syarat Kekuatan Bahan

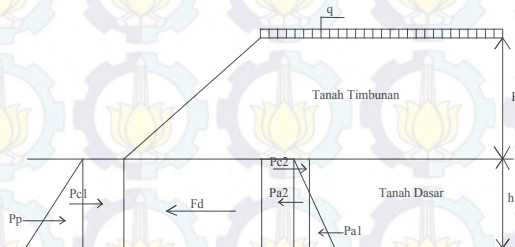
$$P_{a1} \leq S_1 \quad (2.14)$$

Dimana :

$S_1$  = kekuatan tarik material *geotextile* yang diijinkan ( $T_{allowable}$ )

### 2.6.1.2 Foundation Stability

Kondisi *foundation stability* tercapai apabila tidak terjadi longsor di daerah  $F_d$  seperti pada **Gambar 2.5**



Gambar 2.5 Gaya-gaya pada Foundation Stability

$$1. \quad P_{a2} \leq \frac{Pp + 2S_u x L}{SF} \quad (2.15)$$

Dimana :

$S_u$  = Undrained Shear Strength dari tanah lunak

SF = 1,35 untuk jalan sementara

= 2,00 untuk jalan permanen



$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$2. \quad S_2 \geq (S_u x L) SF \quad (2.16)$$

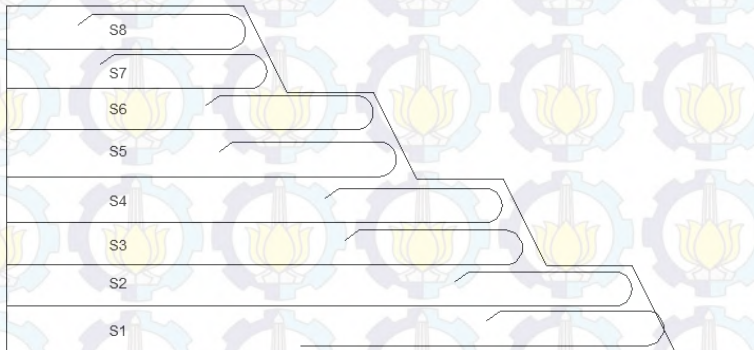
### 2.6.1.3 Overall Stability

Pada perhitungan *overall stability*, dicari Momen Penahan ( $M_r$ )

$$\begin{aligned} M_r &= R \cdot \sum \tau_i \cdot l_i + T_i \cdot S_i \\ &= M_r + \Delta M_r \end{aligned} \quad (2.17)$$

Dimana :

$S_i$  adalah gaya tarik *geotextile* seperti yang terlihat pada **Gambar 2.16**.



Gambar 2.6 Gaya Tarik Geotextile pada Overall Stability

Syarat *stability* :

$$SF \leq \frac{M_{\text{penahan}}}{M_{\text{penggerak}}}$$

$SF_{\min} = 1,25$  (beban tetap)  
 $SF_{\min} = 1,1$  (beban sementara)  
 (Mochtar,2000)

#### 2.6.1.4 Kebutuhan *Geotextile*

Panjang *geotextile* yang ditanam (L) pada satu sisi timbunan :

$$L = L_e + L_d \quad (2.18)$$

Dimana :

$L_d$  : (koordinat-X bidang longsor lapisan i *geotextile* terpasang) – (koordinat tepi timbunan lapisan i *geotextile* dipasang)

$L_e$  : Panjang *geotextile* yang berada di belakang bidang longsor (minimum 1m)

$$L_e = \frac{T_{allow} \times FS}{(2\tau) \times E} \quad (2.19)$$

Dimana :

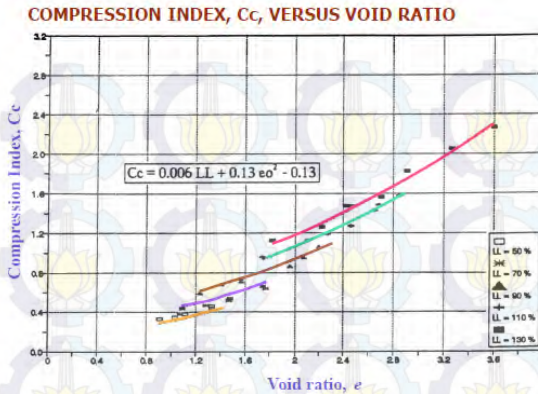
$\tau$  = Tegangan geser antar tanah timbunan dengan *geotextile*

$$\tau = C_u + \sigma_v \tan \phi_1 \quad (2.20)$$

E = efisiensi  $\rightarrow$  diambil E = 0.8

Untuk panjang total 1 sisi *geotextile*  $> \frac{1}{2}$  lebar timbunan, maka untuk mempermudah pemasangan di lapangan, *geotextile* dipasang selebar timbunan.

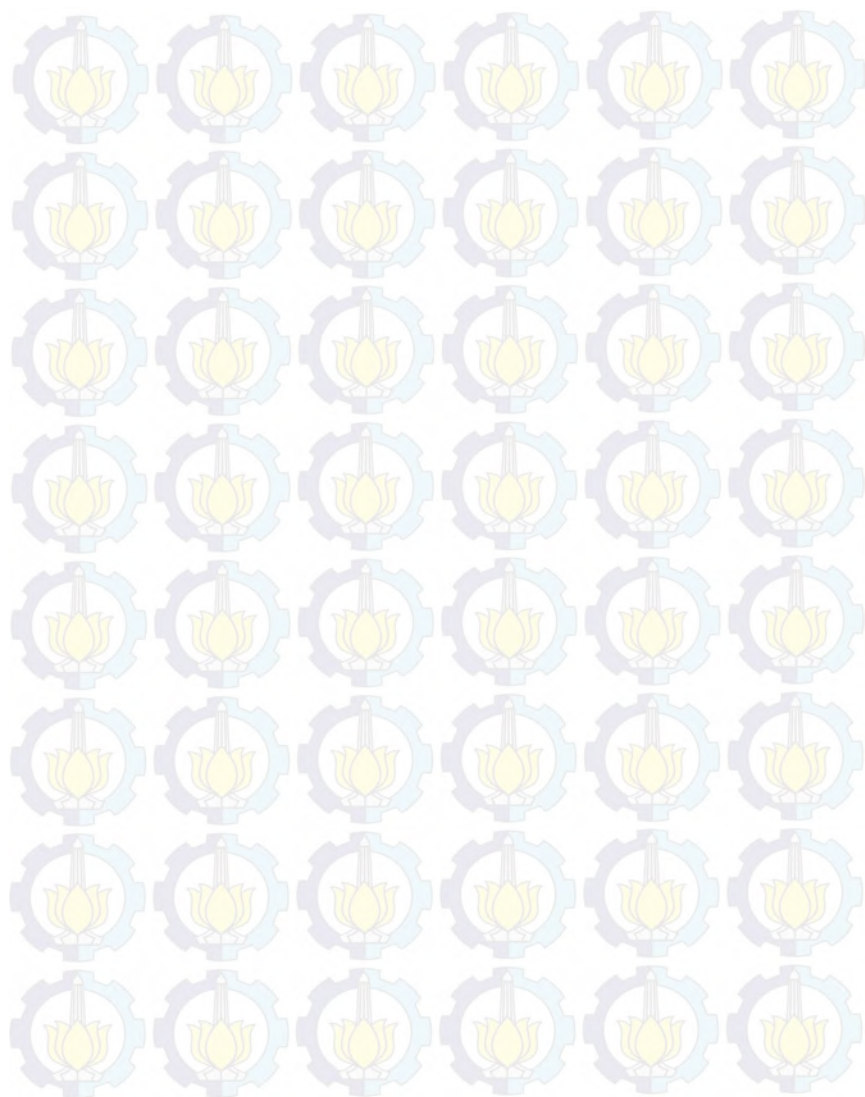
## 2.7 Korelasi mencari nilai Cc dan Cs Berdasarkan Nilai e



Menurut persamaan *Kosasih dan Mochtar*, 1997 nilai  $C_c$  dengan korelasi menggunakan nilai  $e$  yaitu sebesar

$$C_c = 0,006 LL + 0,13 eo^2 - 0,13$$



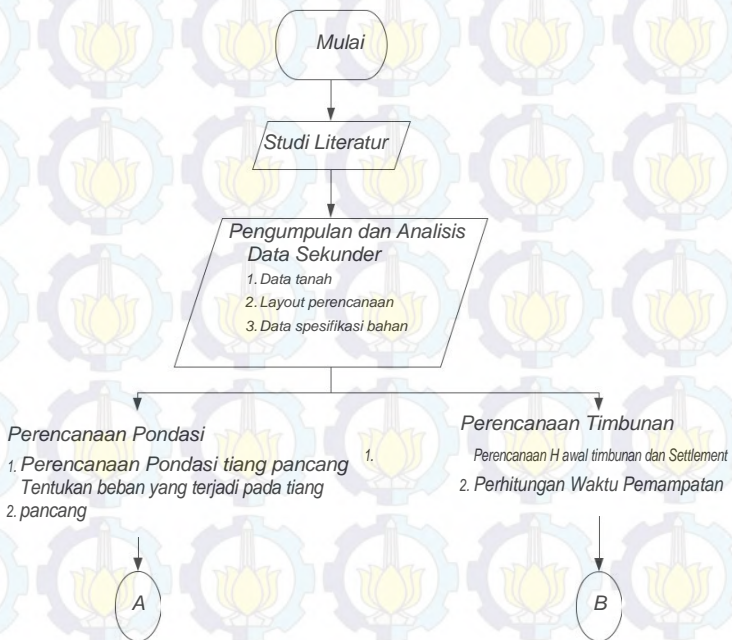


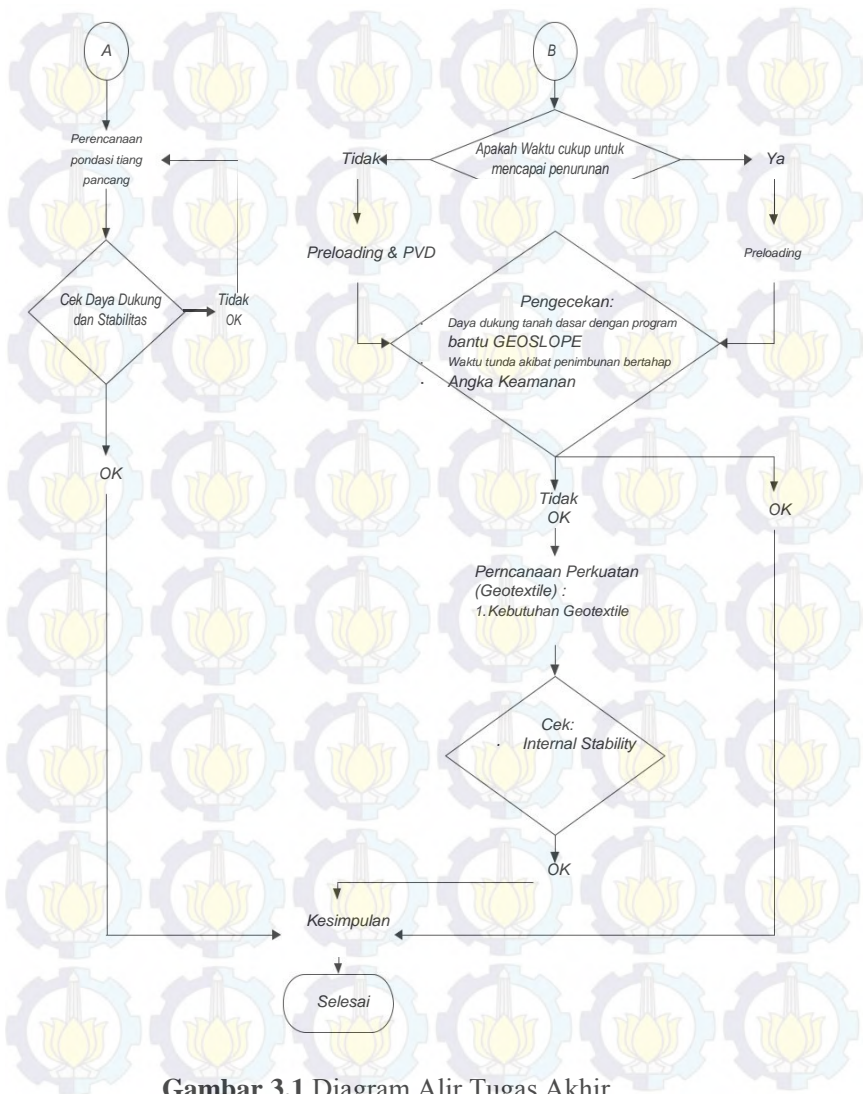
## BAB III

### METODOLOGI

#### 3.1 Bagan Alir

Bab ini menerangkan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam mengerjakan perencanaan tugas akhir ini. Langkah – langkah awal yang dilakukan antara lain: studi literatur, pengamatan dan pencarian data kepada komponen-komponen yang berkaitan dengan topik studi untuk mendapatkan data yang dibutuhkan guna menunjang perhitungan dan analisa desain. **Gambar 3.1** berikut ini adalah diagram alir dalam penulisan Tugas Akhir.







### 3.2 Studi Literatur

Studi Literatur dalam sebuah perencanaan mempunyai tujuan yaitu mengumpulkan referensi yang diperlukan untuk mendapatkan gambaran yang menyeluruh tentang desain sebuah pondasi tiang pancang dan perencanaan poer. Adanya referensi akan mempermudah dan membantu dalam penyelesaian perencanaan ini. Referensi yang ada bisa didapatkan dari berbagai macam sumber, dimulai dari diktat kuliah, buku – buku yang berhubungan dengan perencanaan tersebut, Jurnal, bahkan dari Internet. Berikut ini adalah bahan yang nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam melakukan perencanaan:

1. Teori Pemampatan / *Settlement*
2. Teori Waktu Konsolidasi
3. Teori *Preloading*
4. Teori Perencanaan *Vertical Drain*
5. Teori Perencanaan Geotextile
6. Perhitungan Stabilitas Timbunan
7. Teori Tentang Perencanaan Struktur
8. Teori Tentang Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

### 3.3 Pengumpulan dan Analisa Data Lapangan

Data-data yang dipakai dalam perencanaan ini adalah data sekunder yang didapat dari instansi terkait atau hasil survei dari pihak lain. Beberapa data yang diperlukan dalam proses perhitungan antara lain:

1. *Layout* lokasi
2. Data Pengujian tanah di lapangan (Bor dan SPT)
3. Data Pengujian tanah di laboratorium ,

### 3.4 Perencanaan Geoteknik

Dalam perencanaan ini, hal pertama yang dilakukan adalah menentukan parameter tanah dari hasil penyelidikan tanah di lapangan dan laboratorium.

. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk merencanakan timbunan *preloading* dengan tahap sebagai berikut :

- Perhitungan sistem penimbunan bertahap dengan pembebanan awal ( $H_{\text{inisial}}$  ,  $H_{\text{final}}$ ).
- Perhitungan besar dan waktu penurunan / pemampatan (*Settlement*)
  - Perhitungan PVD, jika waktu pemampatan dengan *preloading* dinilai masih terlalu panjang
  - Perhitungan peningkatan kohesi *undrained* ( $C_u$ ) akibat *preloading*
  - Perhitungan angka keamanan (*safety factor*).

### 3.5 Perencanaan Perbaikan dan Perkuatan tanah

Perkuatan tanah dalam metodologi ini terdiri dari dua alternatif yang pada akhirnya selalu dicek angka keamanannya yakni antara lain menggunakan bahan geotekstille yang memiliki kekuatan tarik yang mampu menahan kelongsoran timbunan.

### 3.6 Perencanaan Poer

Pada perencanaan Poer, hal yang harus diperhatikan adalah penentuan dimensi rencana *poer*, hal ini perlu diperhatikan karena berat sendiri *poer* akan berpengaruh terhadap penentuan jumlah pondasi tiang pancang rencana.

### 3.7 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Pondasi Tiang Pancang yang akan direncanakan harus mampu menahan gaya-gaya yang terjadi akibat beban luar, gaya-gaya yang bekerja pada tiang dapat berupa gaya aksial, horizontal, momen, bahkan kombinasi dari ketiga beban

tersebut. Tiang pancang rencana pun tidak boleh mengalami deformasi yang berlebihan (maksimum 2 cm) karena dikhawatirkan akan terjadi patahan terhadap pondasi.

### **3.8 Kesimpulan**

Setelah dilakukan berbagai perhitungan dari perbaikan tanah hingga pemilihan alternatif perkuatan tanah seperti yang telah dipaparkan di atas, dipilih alternatif perkuatan timbunan tanah dan kebutuhan dimensi serta tiang pancang yang paling ekonomis. Diharapkan hasil perencanaan ini dapat menjadi solusi permasalahan stabilitas tanah yang mungkin saja terjadi suatu saat nanti.





## **BAB IV DATA DAN ANALISA**

### **4.1 Data Wilayah**

Peta Lokasi tempat pembangunan Pabrik Nikel



**Gambar 4.1** Lokasi Pabrik Nikel

## 4.2 Data Tanah Dasar

Data tanah dasar yang digunakan pada penyusunan Tugas Akhir ini merupakan data sekunder. Data tanah dasar yang didapatkan berupa Bore Log dan SPT dari hasil test laboratorium Adapun nilai data tanah adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.1** Data Tanah dasar

DEPTH (Meter)	VOLUMETRI + GRAVIMETRI									
	Gs	e	Sr (%)	Wc (%)	n	yt (gr/cc)	yd (gr/cc)	ysat (gr/cc)	Cc	Cv (cm2/dtk)
3.00	2.59	1.92	100.00	74.18	0.66	1.55	0.89	1.50	0.86	0.000320
4.00	2.58	1.78	100.00	68.80	0.64	1.61	0.95	1.60	0.79	0.000350
6.00	2.60	1.86	100.00	71.67	0.65	1.56	0.91	1.70	0.81	0.000380
8.00	2.63	1.49	100.00	56.68	0.60	1.70	1.09	1.62	0.62	0.000410
10.00	2.63	1.46	100.00	55.53	0.59	1.64	1.06	1.68	0.62	0.000440
12.00	2.66	1.27	100.00	47.86	0.56	1.71	1.16	1.90	0.52	0.000444
14.00	2.61	1.52	100.00	58.06	0.60	1.65	1.04	1.90	0.65	0.000475
16.00	2.68	1.51	100.00	56.58	0.60	1.73	1.10	1.90	0.60	0.000500
18.00	2.71	0.46	100.00	16.98	0.31	2.06	1.76	1.90	0.62	0.000540
20.00	2.69	1.20	100.00	44.50	0.54	1.77	1.22	1.90	0.49	0.000570
22.00	2.67	1.32	100.00	49.58	0.57	1.74	1.16	1.90	0.53	0.000600
24.00	2.64	1.48	100.00	56.00	0.60	1.64	1.05	1.90	0.61	0.000610
26.00	2.65	1.13	100.00	42.79	0.53	1.79	1.26	1.90	0.47	0.000615
28.00	2.68	0.93	100.00	34.73	0.48	1.85	1.36	1.90	0.42	0.000626
30.00	2.69	0.90	100.00	33.37	0.47	1.91	1.43	1.90	0.42	0.000630

Dengan menggunakan persamaan *Kosasih* dan *Mochtar*, 1997 diperoleh nilai Cc yang terdapat pada tabel 4.1



Table 3.2 : Box and CPE CMA 0-1

KONTAK : 81-7  
 Project : STUDI BANGUNAN  
 Lokasi : KAMPUS UTARA  
 GROUND : 4.32 M LAMB  
 DRAINASE

Concentration of H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (g/L)	X =	2
	Y =	4
Diameter of Hole	Z =	7
Diameter of Coating		8

[illegible]

### Gambar 4.2 Data Borlog

### 4.3 Data Tanah Timbunan

Pada perencanaan pembangunan bahu jalan kereta api ini diperlukan timbunan di atas tanah dasar dikarenakan kondisi tanah dasar yang lunak. Data tanah timbunan merupakan data sekunder yang didapatkan dari PT Kereta Api Indonesia. Data tanah timbunan yang didapat berupa sifat fisik timbunan. Adapun data yang digunakan pada perencanaan ini adalah sebagai berikut :

Sifat fisis timbunan meliputi ( $\gamma_t$ ) =  $1,9 \text{ t/m}^3$ ,  $c$   
 $= 0$  dan  $\Phi = 30^\circ$

H timbunan = 4 meter

Lebar timbunan = 250 meter

SF rencana = 1,5

### 4.4 Data PVD

PVD dipasang sedalam tebal tanah yang memampat yaitu 10 m. dengan pola pemasangan segi empat dan segi tiga dan dibandingkan mana yang lebih efektif. Dimensi PVD yang dipakai adalah lebar 100 mm dan tebal 4 mm (lihat lampiran).

Desain Rencana :

Dimensi PVD =  $10 \times 0,4 \text{ cm}^2$

Pola pemasangan segi empat,  $D = 1,13$

S Pola pemasangan segi tiga,  $D = 1,05$  S

### 4.6 Data Spesifikasi Bahan Geotextile

Perencanaan perbaikan tanah dasar pada pembangunan bahu jalan kereta api dilakukan dengan menggunakan geotextile. Geotextile yang digunakan pada perencanaan ini adalah jenis geotextile polyprrene woven,

STABILENKA 200/45 dengan kekuatan tarik sebesar 200 KN/m .

#### 4.7 Data Tiang Pancang

Tiang Pancang yang dipakai dalam perencanaan *abutment* adalah tiang pancang produksi dari PT HUME SAKTI INDONESIA. Untuk dimensi tiang pancang rencana akan dicoba memakai dimensi, 50 cm, dan 60 cm.

**TABLE OF STANDARD DIMENSIONS - PT. HUME SAKTI INDONESIA - PC PILES**

OUTER DIAMETER	WALL THICKNESS (mm)	LENGTH (m)	CLASS	PC WIRE		CONCRETE AREA (cm2)	CALCULATED BENDING MOMENT (T.M)		ALLOWABLE AXIAL LOAD (TON)	NOMINAL WEIGHT (kg/M)
				DIA (mm)	NOS		CRACK	ULT		
300	60	7-13	A	7	6	452	2.5	4.7	75	119
			B	7	12		3.5	7.0	70	
			C	7	16		4.0	9.0	65	
350	65	7-15	A	7	8	582	3.5	6.9	95	151
			B	7	14		5.0	9.6	90	
			C	7	20		6.0	13.5	85	
400	75	7-16	A	7	10	766	5.5	9.4	120	199
			B	7	18		7.5	14.2	115	
			C	9	16		9.0	18.9	112	
450	80	7-16	A	7	12	930	7.5	12.4	150	242
			B	7	24		11.0	21.3	140	
			C	9	20		12.5	26.0	135	
500	90	7-16	A	7	14	1159	10.5	15.7	185	301
			B	7	30		15.0	29.5	175	
			C	9	24		17.0	35.1	170	
600	100	7-16	A	7	18	1571	17.0	23.6	250	408
			B	9	26		25.0	46.2	240	
			C	9	34		29.0	60.2	230	

Data tiang pancang yang digunakan yaitu diameter 50 Class A dengan Tegangan Aksial Ijin 185 Ton dan diameter 60 class A dengan Tegangan aksial ijin 250 Ton



## BAB V

### PERENCANAAN TIMBUNAN

#### 5.1 Perhitungan Beban

Sebelum merencanakan perhitungan tinggi timbunan awal, hal yang perlu dilakukan terlebih dahulu adalah menghitung beban-beban ( $q$ ) yang akan diterima oleh tanah dasar. Beban-beban tersebut adalah :

- a. Beban akibat timbunan 4 m
- b. Beban akibat beban pabrik 15-20 kPa
- c. Beban Surcharge untuk menghilangkan secondary settlement di lokasi pondasi Chimney

#### 5.11 Menghitung Consolidation Settlement Akibat Timbunan 4m

##### a. Menghitung *Settlement Consildation Settlement Consildation* Akibat Timbunan 4 m

Membagi Lapisan Compressible

Pembagian lapisan compressible yaitu membagi lapisan dengan ketebalan lapisan lebih tipis.

Dalam perencanaan ini dilakukan setiap 1 meteran.

Mencari tegangan Overboden ( $P_o'$ ) pada tiap lapisan

Diketahui pada lapisan 1 yaitu

Tebal Lapisan ( $h_1$ ) = 1 m

Berat volume jenuh  $\gamma_{sat}$  =  $1,5 \text{ t/m}^2$

Berat volume air  $\gamma_w$  =  $1 \text{ t/m}^2$

$P_o' = 0,5 \times h_1 \times \gamma_{sat}'$  =  $0,5 \times h_1 \times$

$(\gamma_{sat} - \gamma_w)$

=  $0,5 \times 1 \times (1,5 - 1)$  =  $0,25 \text{ t/m}^2$

Mencari tegangan prakonsolidasi ( $P_c'$ )

Tegangan prakonsolidasi pada lapisan 1

$P_o' = 0,25 \text{ t/m}^2$

$$Pc' = Po + \Delta Pf = Po + h \times \gamma_w$$

$$= 0,25 + 2 \times 1 = 2,25 \text{ t/m}^2$$

Mencari tambahan tegangan (  $\Delta P$ ) akibat timbunan  
Diketahui

$$\text{Lebar timbunan kanan} = 15 \text{ m}$$

$$\text{Lebar timbunan kiri} = 15 \text{ m}$$

$$B1 = 15 \text{ m}$$

$$B2 = 4 \times 2 = 8 \text{ m}$$

$$\alpha_1 = (\tan^{-1}((B1 + B2)/z) - \tan^{-1}(B1/z)) \times \pi / 180$$

$$\alpha_1 = (\tan^{-1}((15 + 8)/0,5) - \tan^{-1}(15/0,5)) \times \pi / 180$$

$$= 0,0116 \text{ radian}$$

$$\alpha_2 = (\tan^{-1}((B1 + z)/\pi/180$$

$$= (\tan^{-1}((15 + 0,5)/\pi/180$$

$$= 1,537 \text{ radian}$$

$$q_0 = 1,7 \times 4 = 6,4 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta P = q_0 / \pi \times ((B1+B2)/B2 \times (\alpha_1+\alpha_2) - B1/B2 \times \alpha_2)$$

$$= 2 / \pi \times ((15 + 8)/8 \times (0,0116+1,537) -$$

$$15/8 \times 1,567)$$

$$= 3,4 \text{ t/m}^2$$

Mencari penurunan (Sc) akibat timbunan

$$Sc = \frac{Cs}{1+e} \log \frac{Pc'}{Po'} + \frac{Cc}{1+e} \log \frac{Po' + \Delta P}{Pc'}$$

$$S = \frac{0,171}{1+1,92} \log \frac{2,25}{0,25} + \frac{0,86}{1+1,92} \log \frac{3,65}{2,25} = 0,11 \text{ m}$$

Tabel 5.1 Penurunan Akibat Timbunan 4 m

NO	Tebal Lapisan	z	$e_0$	$C_c$	$C_s$	$\gamma_{sat}$	$\gamma_w$	$\gamma'$	$P_0'$	$P_c'$	Timbunan Kanan						$P_0 + \Delta P$	$Sc$	
											$q_0$	$B_1$	$B_2$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\Delta P_1$			
																			m
	m	m				t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	m	m	m	m	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	m	
1	1	0.5	1.92	0.86	0.171	1.500	1.000	0.500	0.250	2.250	6.80	15	8.00	0.0116	1.537	3.400	3.650	0.118	
2	1	1.5	1.92	0.86	0.107	1.500	1.000	0.500	0.750	2.750	6.80	15	8.00	0.0345	1.471	3.399	4.149	0.073	
3	1	2.5	1.92	0.86	0.171	1.500	1.000	0.500	1.250	3.250	6.80	15	8.00	0.0569	1.406	3.396	4.646	0.070	
4	1	3.5	1.778	0.79	0.159	1.600	1.000	0.600	1.800	3.800	6.80	15	8.00	0.0782	1.342	3.391	5.191	0.057	
5	1	4.5	1.778	0.79	0.159	1.600	1.000	0.600	2.400	4.400	6.80	15	8.00	0.0982	1.279	3.381	5.781	0.049	
6	1	5.5	1.860	0.81	0.163	1.700	1.000	0.700	3.050	5.050	6.80	15	8.00	0.1167	1.219	3.366	6.416	0.042	
7	1	6.5	1.86	0.81	0.163	1.700	1.000	0.700	3.750	5.750	6.80	15	8.00	0.1335	1.162	3.346	7.096	0.037	
8	1	7.5	1.49	0.62	0.125	1.622	1.000	0.622	4.411	6.411	6.80	15	8.00	0.1484	1.107	3.320	7.731	0.029	
9	1	8.5	1.49	0.62	0.125	1.622	1.000	0.622	5.033	7.033	6.80	15	8.00	0.1616	1.055	3.289	8.322	0.026	
10	1	9.5	1.46	0.62	0.123	1.680	1.000	0.680	5.684	7.684	6.80	15	8.00	0.1729	1.006	3.254	8.938	0.023	
PENURUNAN TOTAL AKIBAT TINGGI TIMBUNAN SEBESAR 4 m																			0.523

Berdasarkan tabel 5.1 Akibat penurunan timbunan 4 m diperoleh total penurunan sebesar 0,53 m.

b. **Settlement Consildation Akibat Timbunan 4 m dan Surcharge untuk Beban Akibat Bangunan Pabrik.**

Untuk asumsi pembebanan untuk beban pabrik yaitu sebesar 15kPa – 20 kPa. Direncanakan mengasumsikan beban pabrik sebesar 20 kPa

$$H \text{ akibat beban pabrik} = \frac{q}{\gamma_{\text{tanah}}} = \frac{20}{17} = 1,176 \text{ m} = 1,2 \text{ m}$$

$$H \text{ awal} = 4 \text{ m} + 1,2 \text{ m} = 5,2 \text{ m}$$

Membagi Lapisan Compressible

Pembagian lapisan compressible yaitu membagi lapisan dengan ketebalan lapisan lebih tipis. Dalam perencanaan ini dilakukan setiap 1 meteran.

Mencari tegangan Overboden ( $P_o'$ ) pada tiap lapisan

Diketahui pada lapisan 1 yaitu

$$\text{Tebal Lapisan (h1)} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Berat volume jenuh } \gamma_{\text{sat}} = 1,5 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Berat volume air } \gamma_w = 1 \text{ t/m}^2$$

$$P_o' = 0,5 \times h1 \times \gamma_{\text{sat}} = 0,5 \times h1 \times (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w)$$

$$= 0,5 \times 1 \times (1,5 - 1) = 0,25 \text{ t/m}^2$$

Mencari tegangan prakonsolidasi ( $P_c'$ )

Tegangan prakonsolidasi pada lapisan 1

$$P_o' = 0,25 \text{ t/m}^2$$

$$P_c' = P_o + \Delta P_f = P_o + h \times \gamma_w$$

$$= 0,25 + 2 \times 1 = 2,25 \text{ t/m}^2$$

Mencari tambahan tegangan ( $\Delta P$ ) akibat timbunan

Diketahui

$$\text{Lebar timbunan kanan} = 15 \text{ m}$$

$$\text{Lebar timbunan kiri} = 15 \text{ m}$$



$$B1 = 15 \text{ m}$$

$$B2 = 5,2 \times 2 = 10,4 \text{ m}$$

$$\alpha 1 = (\tan^{-1}((B1 + B2)/z - \tan^{-1}(B1/z) \times \pi / 180$$

$$\alpha 1 = (\tan^{-1}((15 + 10,4)/0,5 - \tan^{-1}(15/0,5) \times \pi / 180$$

$$= 0,0136 \text{ radian}$$

$$\alpha 2 = (\tan^{-1}((B1 + z)/\pi/180$$

$$= (\tan^{-1}((15 + 0,5)/\pi/180$$

$$= 1,537 \text{ radian}$$

$$q_0 = 1,7 \times 4 = 6,4 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta P = q_0 / \pi \times ((B1+B2)/B2 \times (\alpha 1+\alpha 2)-B1/B2 \times \alpha 2)$$

$$= 2 / \pi \times ((15 + 10,4)/8 \times (0,0136+1,537)-$$

$$15/10,4 \times 1,537)$$

$$= 4.42 \text{ t/m}^2$$

Mencari penurunan (Sc) akibat timbunan

$$Sc = \frac{Cs}{1+e} \log \frac{P_{C'}}{P_{O'}} + \frac{Cc}{1+e} \log \frac{P_{O'} + \Delta P}{P_{C'}}$$

$$S = \frac{0.171}{1+1.92} \log \frac{2.25}{0.25} + \frac{0.86}{1+1.92} \log \frac{4.67}{2.25} = 0,149 \text{ m}$$

Tabel 5.2 Penurunan Akibat Timbunan 4 m dan Beban Pabrik

NO	Tebal Lapisan	z	$e_0$	$C_c$	$C_s$	$\gamma_{sat}$	$\gamma_w$	$\gamma'$	$P_0'$	$P_c'$	Timbunan Kanan					$P_0' + \Delta P$	$Sc$
											$q_0$	$B_1$	$B_2$	$\alpha_1$	$\alpha_2$		
	m	m				t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	m	m	m	radian	radian	t/m <sup>2</sup>	m
1	1	0.5	1.92	0.86	0.171	1.500	1.000	0.500	0.250	2.250	8.84	15	10.40	0.0136	1.537	4.420	0.149
2	1	1.5	1.92	0.86	0.171	1.500	1.000	0.500	0.750	2.750	8.84	15	10.40	0.0407	1.471	5.169	0.114
3	1	2.5	1.92	0.86	0.171	1.500	1.000	0.500	1.250	3.250	8.84	15	10.40	0.0670	1.406	5.666	0.095
4	1	3.5	1.778	0.79	0.159	1.600	1.000	0.600	1.800	3.800	8.84	15	10.40	0.0923	1.342	6.209	0.079
5	1	4.5	1.778	0.79	0.159	1.600	1.000	0.600	2.400	4.400	8.84	15	10.40	0.1161	1.279	6.798	0.069
6	1	5.5	1.860	0.81	0.163	1.700	1.000	0.700	3.050	5.050	8.84	15	10.40	0.1382	1.219	7.431	0.060
7	1	6.5	1.86	0.81	0.163	1.700	1.000	0.700	3.750	5.750	8.84	15	10.40	0.1584	1.162	8.108	0.053
8	1	7.5	1.49	0.62	0.125	1.622	1.000	0.622	4.411	6.411	8.84	15	10.40	0.1765	1.107	8.740	0.042
9	1	8.5	1.49	0.62	0.125	1.622	1.000	0.622	5.033	7.033	8.84	15	10.40	0.1926	1.055	9.326	0.038
10	1	9.5	1.46	0.62	0.123	1.680	1.000	0.680	5.684	7.684	8.84	15	10.40	0.2067	1.006	9.936	0.035
PENURUNAN TOTAL AKIBAT TINGGI TIMBUNAN SEBESAR 5 m																	0.734

Berdasarkan tabel Akibat penurunan timbunan 4 m dan beban pabrik diperoleh total penurunan sebesar 0,734 m. Untuk lokasi yang akan dibangun pabrik maka H bongkarnya yaitu 1.2 m

**c. *Settlement Consildation* Akibat Timbunan 4 m dan Surcharge dan untuk menghilangkan *secondary settlement* sebesar 1,2 Sc akibat timbunan 4 m**

Asumsi *Secondary settlement* akibat beban diatas nya yaitu sebesar 0,2 Sc akibat timbunan 4 m.

Sc akibat timbunan 4 m yaitu sebesar 0,53 m

$$\begin{aligned}\text{Secondary settlement} &= 0,2 \times \text{Sc primary} \\ &= 0,2 \times 0,53 = 0,107 \text{ m}\end{aligned}$$

Total Sc akibat primary dan secondary settlemen yaitu

$$\begin{aligned}\text{Sc tot} &= \text{Sc p} + \text{Sc s} \\ &= 0,53 + 0,107 = 0,64\end{aligned}$$

Untuk menghilangkan secondary settlement maka dibutuhkan tambahan tinggi timbunan 0,65 m

$$H \text{ awal} = 4 \text{ m} + 0,65 \text{ m} = 4,65 \text{ m}$$

Membagi Lapisan Compressible

Pembagian lapisan compressible yaitu membagi lapisan dengan ketebalan lapisan lebih tipis. Dalam perencanaan ini dilakukan setiap 1 meteran.

Mencari tegangan Overboden ( $P_o'$ ) pada tiap lapisan

Diketahui pada lapisan 1 yaitu m

$$\text{Tebal Lapisan (h1)} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Berat volume jenuh } \gamma_{\text{sat}} = 1,5 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Berat volume air } \gamma_w = 1 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned}P_o' &= 0,5 \times h1 \times \gamma' \\ (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) &= 0,5 \times 1 \times (1,5 - 1) = 0,25 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Mencari tegangan prakonsolidasi ( $P_c'$ )

Tegangan prakonsolidasi pada lapisan 1

$$P_o' = 0,25 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned}P_c' &= P_o + \Delta P_f = P_o + h \times \gamma_w \\ &= 0,25 + 2 \times 1 = 2,25 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Mencari tambahan tegangan ( $\Delta P$ ) akibat timbunan

Diketahui

$$\text{Lebar timbunan kanan} = 15 \text{ m}$$

$$\text{Lebar timbunan kiri} = 15 \text{ m}$$

$$B1 = 15 \text{ m}$$

$$B2 = 4.65 \times 2 = 9.3 \text{ m}$$

$$\alpha 1 = (\tan^{-1}((B1 + B2)/z - \tan^{-1}(B1/z) \times \pi / 180$$

$$\alpha 1 = (\tan^{-1}((15 + 9.3)/0.5 - \tan^{-1}(15/0.5) \times \pi / 180$$

$$= 0.0136 \text{ radian}$$

$$\alpha 2 = (\tan^{-1}((B1 + z)/\pi/180$$

$$= (\tan^{-1}((15 + 0.5)/\pi/180$$

$$= 1.537 \text{ radian}$$

$$q_0 = 1.7 \times 4.65 = 7.905 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta P = q_0 / \pi \times ((B1+B2)/B2 \times (\alpha 1+\alpha 2)-B1/B2 \times \alpha 2)$$

$$= 2 / \pi \times ((15 + 9.3)/8 \times (0.0136+1.537)-$$

$$15/9.3 \times 1.567)$$

$$= 4.42 \text{ t/m}^2$$

Mencari penurunan (Sc) akibat timbunan

$$Sc = \frac{Cs}{1+e} \log \frac{P_{c1}}{P_{o1}} + \frac{Cc}{1+e} \log \frac{P_{o1} + \Delta P}{P_{c1}}$$

$$S = \frac{0.171}{1+1.92} \log \frac{2.25}{0.25} + \frac{0.86}{1+1.92} \log \frac{4.67}{2.25} = 0.149 \text{ m}$$

Tabel 5.3 Penurunan Akibat Timbunan 4 m dan Surchage untuk Menghilangkan Secondary Settlement

NO	Tebal Lapisan m	z m	e <sub>0</sub>	Cc	Cs	γ <sub>sat</sub> t/m <sup>3</sup>	γ <sub>w</sub> t/m <sup>3</sup>	γ' t/m <sup>3</sup>	P <sub>0</sub> <sup>1</sup> t/m <sup>2</sup>	P <sub>c</sub> <sup>1</sup> t/m <sup>2</sup>	Timbunan Kanan						P <sub>0</sub> +ΔP t/m <sup>2</sup>	Sc m
											q <sub>0</sub> t/m <sup>2</sup>	B <sub>1</sub> m	B <sub>2</sub> m	α <sub>1</sub> radian	α <sub>2</sub> radian	ΔP <sub>1</sub> t/m <sup>2</sup>		
1	1	0.5	1.92	0.86	0.171	1.500	1.000	0.500	0.250	2.250	7.91	15	9.30	0.0127	1.537	3.952	4.202	0.136
2	1	1.5	1.92	0.86	0.171	1.500	1.000	0.500	0.750	2.750	7.91	15	9.30	0.0380	1.471	3.952	4.702	0.101
3	1	2.5	1.92	0.86	0.171	1.500	1.000	0.500	1.250	3.250	7.91	15	9.30	0.0626	1.406	3.949	5.199	0.084
4	1	3.5	1.778	0.79	0.159	1.600	1.000	0.600	1.800	3.800	7.91	15	9.30	0.0862	1.342	3.942	5.742	0.070
5	1	4.5	1.778	0.79	0.159	1.600	1.000	0.600	2.400	4.400	7.91	15	9.30	0.1083	1.279	3.931	6.331	0.060
6	1	5.5	1.860	0.81	0.163	1.700	1.000	0.700	3.050	5.050	7.91	15	9.30	0.1289	1.219	3.915	6.965	0.052
7	1	6.5	1.86	0.81	0.163	1.700	1.000	0.700	3.750	5.750	7.91	15	9.30	0.1475	1.162	3.894	7.644	0.046
8	1	7.5	1.49	0.62	0.125	1.622	1.000	0.622	4.411	6.411	7.91	15	9.30	0.1643	1.107	3.866	8.277	0.036
9	1	8.5	1.49	0.62	0.125	1.622	1.000	0.622	5.033	7.033	7.91	15	9.30	0.1791	1.055	3.833	8.866	0.032
10	1	9.5	1.46	0.62	0.123	1.680	1.000	0.680	5.684	7.684	7.91	15	9.30	0.1919	1.006	3.794	9.478	0.029
PENURUNAN TOTAL AKIBAT TINGGI TIMBUNAN SEBESAR 5 m																		0.647

Berdasarkan tabel 5.3 Akibat penurunan timbunan 4 m dan surcharge 0,65 m diperoleh total Settlement 0,647. Timbunan ini diaplikasikan untuk lokasi pembangunan Chimney. Beban Surcharge untuk menghilangkan



secondary settlement ini dimaksudkan agar tidak terjadi negative friction pada pondasi tiang pancang yang di aplikasikan untuk pondasi chimney di lokasi tersebut.

### **5.2 Stabilitas Timbunan dengan Program GEOSLOPE**

Dari perhitungan sebelumnya telah <sup>6</sup> didapatkan untuk masing-masing tepi timbunan . Tahapan selanjutnya adalah menghitung stabilitas timbunan dengan cara melakukan pengecekan dengan menggunakan program GEOSLOPE Dari perhitungan angka keamanan dengan program GEOSLOPE didapatkan nilai  $SF < 1$  yang berarti kemungkinan terjadi longsor cukup besar

### **5.3 Perhitungan Waktu Konsolidasi**

Tanah lempung mempunyai sifat permeabilitas yang kecil sehingga kemampuan mengalirkan air relatif lambat. Hal ini menyebabkan kemampuan mengalirkan air relatif lambat. Hal ini menyebabkan air yang terdesak akibat penambahan beban timbunan, akan keluar dari lapisan lempung dalam jangka waktu yang lama dan menghasilkan pemampatan konsolidasi.

Konsolidasi adalah penurunan yang terkait dengan waktu. Setiap waktunya terdapat tingkat konsolidasi yang telah terjadi ditunjukkan dalam derajat konsolidasi,  $U$  (%). Konsolidasi selesai saat  $U = 100$  %, namun berapa lamakah waktu yang diperlukan untuk mencapai  $U = 100$  % itu yang perlu diketahui :

$U > 60$  % ,  $T_v = 1,781 - 0,933 \log (100 - U \%)$   
 $T_v$  = bilangan tak berdimensi yang disebut faktor waktu.

Tabel 5.4 Waktu Konsolidasi

Derajat Konsolidasi U(%)	Faktor Waktu (Tv)	Hdr (cm)	Cv (cm <sup>2</sup> /detik)	t (detik)	t (tahun)
0	0	1000	0.000365	0	0
10	0.008			2.2E+07	0.70
20	0.031			8.5E+07	2.70
30	0.071			194691236	6.17
40	0.126			345508390.6	10.96
50	0.197			540199626.5	17.13
60	0.287			786991334.1	24.96
70	0.403			1105078424	35.04
80	0.567			1554787758	49.30
90	0.848			2325326311	73.74
100	∞			-	-

Berdasarkan tabel 5.4 diperoleh waktu konsolidasi 73,74 tahun sehingga dibutuhkan percepatan konsolidasi menggunakan PVD. Data PVD ditunjukkan pada tabel 5.5 dan 5.6.

Tabel 5.5 Data PVD

DATA PVD						
1 minggu	=	604800	detik			
a	=	10	cm	=	0.1	m
b	=	0.4	cm	=	0.004	m
dw	=	(a+b)/2		=	0.052	m

Tabel 5.6 Faktor Hambatan Pola Segitiga

Jarak PVD (m)	D (mm)	a (mm)	b (mm)	Dw (mm)	n = D/Dw	F(n)
0.75	0.79	0.10	0.004	0.052	15.14	1.98
1.00	1.05	0.10	0.004	0.052	20.19	2.26
1.25	1.31	0.10	0.004	0.052	25.24	2.48
1.50	1.58	0.10	0.004	0.052	30.29	2.66
1.75	1.84	0.10	0.004	0.052	35.34	2.81
2.00	2.10	0.10	0.004	0.052	40.38	2.95

$$D = 1.05 \times S \text{ (segitiga)}$$

$$= 1.05 \times 0.75$$

$= 0.79 \text{ mm}$   
 a  $= \text{panjang melintang PVD}$   
 $= 0.10 \text{ mm}$   
 b  $= \text{lebar penampang melintang PVD}$   
 $= 0.004 \text{ mm}$

dw  $= \text{diameter equivalent dari vertical drain ( equivalent dengan bentuk lingkaran)}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(a+b)}{2} \\
 &= \frac{(0.1+0.004)}{2} \\
 &= 0.052 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

n  $= D/dw$   
 $= \frac{0.79}{0.052}$   
 $= 15.14$

$$\begin{aligned}
 F(n) &= \left( \frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(n) - \frac{3}{4} - \left( \frac{1}{4n^2} \right) \right] \\
 &= 1.98
 \end{aligned}$$

Tabel 5.7 Faktor Hambatan Pola Segiempat

Jarak PVD	D	a	b	Dw	n = D/Dw	F(n)
(m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
0.75	0.85	0.10	0.004	0.052	16.30	2.05
1.00	1.13	0.10	0.004	0.052	21.73	2.33
1.25	1.41	0.10	0.004	0.052	27.16	2.55
1.50	1.70	0.10	0.004	0.052	32.60	2.73
1.75	1.98	0.10	0.004	0.052	38.03	2.89
2.00	2.26	0.10	0.004	0.052	43.46	3.02

D  $= 1.13 \times S \text{ (segiempat)}$   
 $= 1.13 \times 0.75$   
 $= 0.85 \text{ mm}$

a  $= \text{panjang melintang PVD}$   
 $= 0.10 \text{ mm}$

b  $= \text{lebar penampang melintang PVD}$   
 $= 0.004 \text{ mm}$

dw  $= \text{diameter equivalent dari vertical drain ( equivalent dengan bentuk lingkaran)}$



$$\begin{aligned}
 &= \frac{(a+b)}{2} \\
 &= \frac{(0.1+0.004)}{2} \\
 &= 0.052 \text{ mm} \\
 n &= \frac{D}{dw} \\
 &= \frac{0.85}{0.052} \\
 &= 16.30 \\
 &= 2.05
 \end{aligned}$$

Perhitungan derajat Konsolidasi pola segitiga dan derajat konsolidasi segi empat ditunjukkan pada tabel 5.8

Tabel 5.8 Perhitungan Derajat Konsolidasi Pola Segitiga

Pola Segi Tiga Dengan Jarak (S) 0.75 m				
t	Tv	Uv	Uh	Utot
minggu		(%)	(%)	(%)
1	0.000221	0.01676	0.223	23.585
2	0.000441	0.02370	0.396	41.031
3	0.000662	0.02903	0.531	54.421
4	0.000882	0.03352	0.635	64.741
5	0.001103	0.03747	0.716	72.710
6	0.001323	0.04105	0.780	78.869
7	0.001544	0.04434	0.829	83.634
8	0.001764	0.04740	0.867	87.322
9	0.001985	0.05027	0.897	90.176
10	0.002206	0.05299	0.920	92.387
11	0.002426	0.05558	0.938	94.100
12	0.002647	0.05805	0.951	95.426
13	0.002867	0.06042	0.962	96.454
14	0.003088	0.06270	0.971	97.251
15	0.003308	0.06490	0.977	97.869
16	0.003529	0.06703	0.982	98.347
17	0.003749	0.06909	0.986	98.718
18	0.003970	0.07110	0.989	99.006
19	0.004191	0.07305	0.992	99.229
20	0.004411	0.07494	0.994	99.402
21	0.004632	0.07679	0.995	99.536
22	0.004852	0.07860	0.996	99.640
23	0.005073	0.08037	0.997	99.721
24	0.005293	0.08210	0.998	99.784

$$\begin{aligned}
 S &= 0.75 \text{ m} \\
 D &= 0.79 \text{ m} \\
 F(n) &= 1.98 \\
 t &= 1 \text{ minggu} \\
 C_v &= 0.365 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Koefisien minggu-detik = 604800 detik

$$T_v = \frac{t \text{ min } ggu * koef \text{ min - det} * C_v \text{ gab}}{H d r^2}$$

$$= 0.000221$$

$$U_v = 2 * \sqrt{\frac{T_v}{\pi}}$$

$$\begin{aligned}
 U_v &= 2 \times \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \\
 &= 2 \times \sqrt{\frac{0.000221}{\pi}} \\
 &= 0.0167
 \end{aligned}$$

$$U_h = \left[ 1 - \left( \frac{1}{e^{\left( \frac{t \times 8 \times C_h}{D^2 \times 2 \times F(n)} \right)}} \right) \right]$$

$$\begin{aligned}
 U_{total} &= (1 - (1 - U_h) \cdot (1 - U_v)) \times 100\% \\
 &= 23,585
 \end{aligned}$$

Tabel 5.9 Perhitungan Derajat Konsolidasi Pola Segiempat

Pola Segi Empat Dengan Jarak (S) 0.75 m				
t	Tv	Uv	Uh	Utot
minggu		(%)	(%)	(%)
1	0.000221	0.01676	0.189	20.295
2	0.000441	0.02370	0.343	35.844
3	0.000662	0.02903	0.467	48.276
4	0.000882	0.03352	0.568	58.265
5	0.001103	0.03747	0.650	66.306
6	0.001323	0.04105	0.716	72.788
7	0.001544	0.04434	0.770	78.017
8	0.001764	0.04740	0.814	82.237
9	0.001985	0.05027	0.849	85.644
10	0.002206	0.05299	0.877	88.396
11	0.002426	0.05558	0.901	90.619
12	0.002647	0.05805	0.919	92.415
13	0.002867	0.06042	0.935	93.867
14	0.003088	0.06270	0.947	95.040
15	0.003308	0.06490	0.957	95.989
16	0.003529	0.06703	0.965	96.756
17	0.003749	0.06909	0.972	97.376
18	0.003970	0.07110	0.977	97.877
19	0.004191	0.07305	0.981	98.283
20	0.004411	0.07494	0.985	98.611
21	0.004632	0.07679	0.988	98.876
22	0.004852	0.07860	0.990	99.091
23	0.005073	0.08037	0.992	99.264
24	0.005293	0.08210	0.994	99.405

S = 0.75 m

D = 0.85 m

F(n) = 2.05

t = 1 minggu

Cv =  $0.365 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{detik}$

Koefisien minggu-detik = 604800 detik

$$T_v = \frac{t \text{ min } ggu * koef \text{ min-det} * Cv \text{ gab}}{Hdr^2} \quad 47$$



Tv

$$= \frac{1 \times 604800 \times 0.000365}{1000^2}$$

$$= 0.000221$$

$$U_v = 2 * \sqrt{\frac{T_v}{\pi}}$$

$$= 2 \times \sqrt{\frac{T_v}{\pi}}$$

$$= 2 \times \sqrt{\frac{0.00221}{\pi}}$$

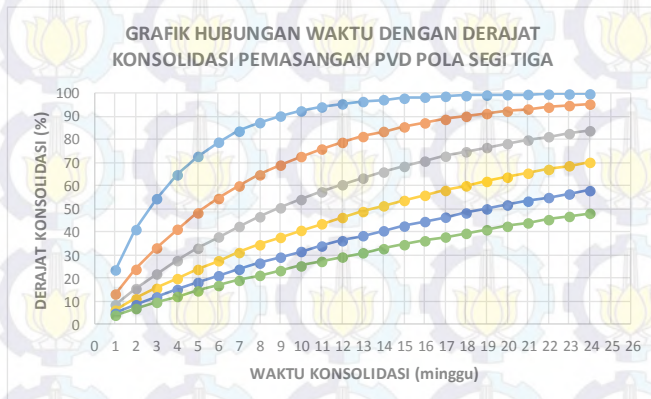
$$= 0.01641$$

$$U_h = \left[ 1 - \left( \frac{1}{e^{\left( \frac{1 \times 8 \times Ch}{D^2 \times 2 \times F(n)} \right)}} \right) \right]$$

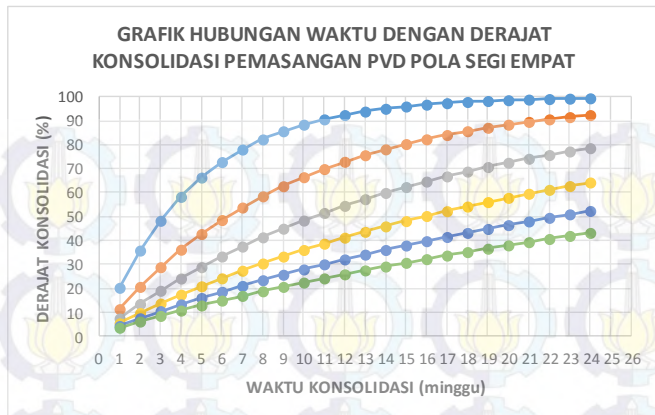
Utotal

$$= (1 - (1 - U_h) \cdot (1 - U_v)) \times 100\%$$

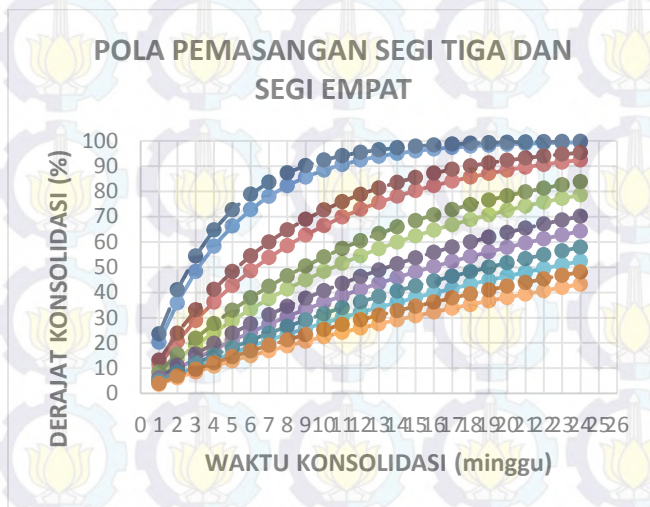
$$= 20.295$$



Gambar 5.1 Grafik Hubungan Waktu Dengan Derajat Konsolidasi Pola Pemasangan Segitiga



Gambar 5.2 Grafik Hubungan Waktu Dengan Derajat Konsolidasi Pola Pemasangan Segiempat

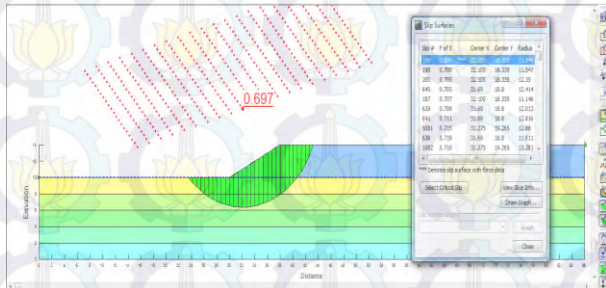


Gambar 5.3 Grafik Hubungan Waktu Dengan Derajat Konsolidasi Pola Pemasangan Segitiga dan Segiempat

## 5.4 Perencanaan *Geotextile*

Salah satu perkuatan tanah yang dapat digunakan

adalah menggunakan *geotextille*. Perhitungan perencanaan *geotextile* arah melintang pada sisi barat dan sisi timur menggunakan *geotextile* STABILENKA 200/45 dan angka keamanan rencana (SF) sebesar 1,3. Untuk lebih jelasnya perhitungan kebutuhan *geotextille* dijelaskan di bawah ini dengan data perencanaan yang diperoleh dari hasil Geoslope dengan nilai SF dan Mres paling kritis adalah sebagai berikut:



Gambar 5.4 Hasil Analisa Geoslope Terhadap Tepi Timbunan

$$MR_{\min} = 5463 \text{ KNm}$$

$$SF_{\min} = 0.69$$

$$\text{Circle centre : } x_o = 31.42$$

$$y_o = 35.45$$

$$R \text{ (radius)} = 11,9 \text{ meter}$$

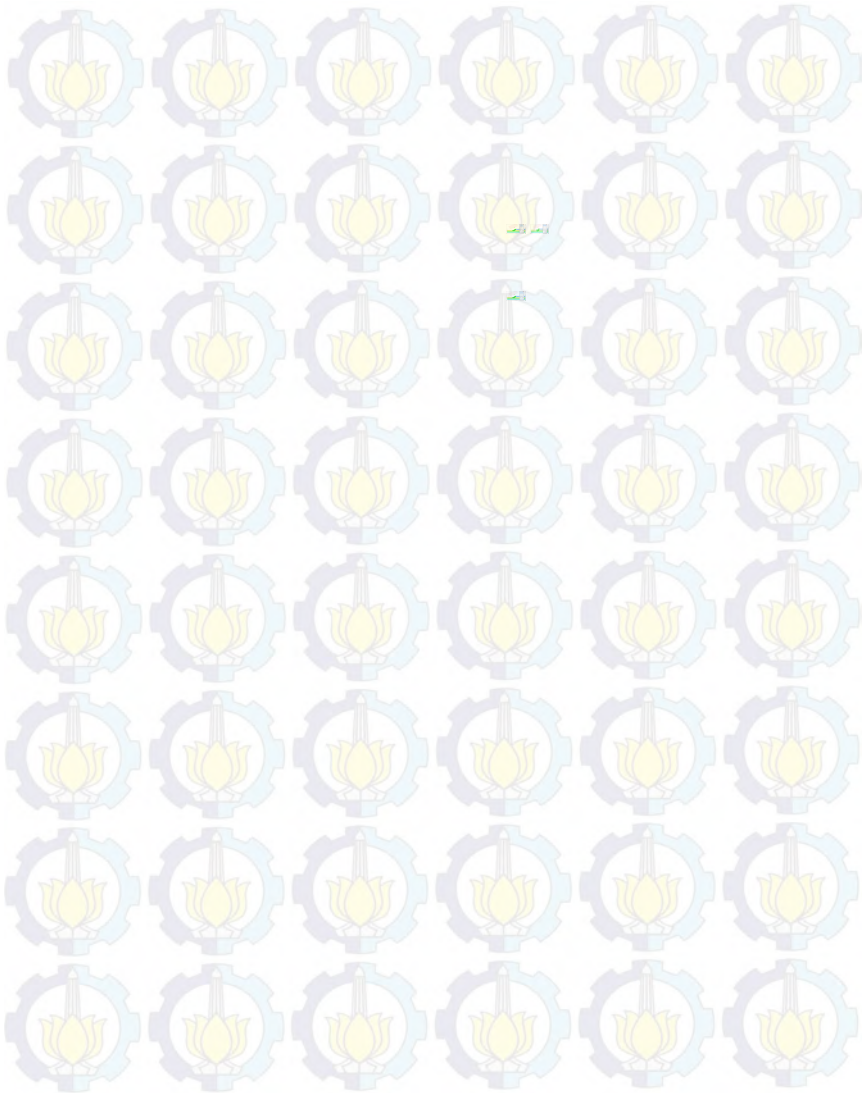
$$M_{\text{resisten}} = 2531.3 \text{ KNm}$$

Adapun langkah-langkah dalam perencanaan



Perhitungan nilai Momen dorong

$$M_{\text{dorong}} = \frac{M_{\text{res}}}{SF} = \frac{2531}{0.69} = 3632.5 \text{ KNm}$$



## 2. Perhitungan $M_{res}$ (rencana)

$$\begin{aligned} M_{res} \text{ (Rencana)} &= M_{dorong} \times SF \text{ rencana} \\ &= 3632.5 \times 1.3 \\ &= 4721 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Perhitungan } \Delta M_{res} &= M_{res}(\text{rencana}) - \\ M_{res}(\text{min}) &= 4721.6 - 2531.3 \\ &= 2190 \text{ KNm} \end{aligned}$$

4. Menghitung kekuatan Geotextile ( $T_{allow}$ ) Kekuatan geotextile panjang dihitung berdasarkan kuat tarik ultimate panjang geotextile ( $T$ ) dan dipengaruhi oleh nilai angka dari beberapa faktor, antara lain :

$$\begin{aligned} SF \text{ untuk instalasi (Fsid)} &= 1.3 \\ SF \text{ untuk faktor rangkak (Fscr)} &= 2.2 \\ SF \text{ untuk faktor kimiawi (Fscd)} &= 1.2 \\ SF \text{ untuk faktor biologi (Fsbd)} &= 1.2 \end{aligned}$$

$$T_{allow} = \frac{T}{(Fsid \times Fscr \times Fscd \times Fsbd)}$$

Dalam perencanaan ini digunakan tipe geotextile STABILENKA 200/45 dengan kekuatan tarik sebesar 200 KN/m, maka dapat diperoleh kekuatan tarik ijin geotextile sebesar.

$$T_{allow} = \frac{200}{(1.3 \times 2.2 \times 1.2 \times 1.2)} = 48.56 \text{ KN/m}$$

## 5. Menghitung Panjang Geotextile di Belakang

$$T_{allow} \times FS = (\tau_1 + \tau_2) \times L_e \times E$$

$$L_e = (T_{allow} \times SF) / ((\tau_1 + \tau_2) \times E)$$

Dimana :

$L_e$  = Panjang geotextile dibelakang bidang longsor

$\tau_1$  = tegangan geser antar tanah timbunan dengan geotextile

$$\tau_1 = C_{u1} + \sigma \tan \phi_1$$

$\tau_2$  = tegangan geser antar tanah dasar dengan geotextile

$$\tau_2 = C_{u1} + \sigma \tan \phi_2$$

$E$  = efisiensi diambil  $E = 0,8$

$$FS_{rencana} = 1.3$$

$H_i$  = Tinggi timbunan diatas geotextile dari perhitungan sebelumnya didapatkan :  $T_{allow} = 48.56$  KN/m

Data timbunan :

$$H_i = 4.43 \text{ meter}$$

$$\gamma_{timb} = 19 \text{ KN/m}^3$$

$$\begin{aligned} \sigma_v &= \gamma_{timb} \times H_i \\ &= 19 \times 4.43 \\ &= 84.17 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$C_{u1} = 0 \text{ KN/m}^2$$

$$\phi_1 = 30^\circ$$

$$\begin{aligned} \tau_1 &= 0 + (84.17 \times \tan 30) \\ &= 48.56 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

Data lapisan atas tanah dasar :

$$\gamma = 15 \text{ KN/m}^3$$

$$C_{u2} = 4.2 \text{ KN/m}^2$$

$$\phi_1 = 5$$

$$\begin{aligned} \tau_2 &= 4.2 + (84.17 \times \tan 5) \\ &= 11.56 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$



Panjang geotextile dibelakang bidang longsor :

$$\begin{aligned} L_e &= (T_{\text{allow}} \times SF) / ((\tau_1 + \tau_2) \times E \\ &= (48.56 \times 1.3) / (48.56 + 11.56) \times 0.8 \\ &= 1.31 \text{ m} \end{aligned}$$

6. Menghitung Kebutuhan Geotextile Dengan rumus di atas didapatkan :

$$M_{\text{geotextile}} = T_{\text{allow}} \times T_i$$

Dimana :

$H_i$  = Tinggi timbunan di atas geotextile

$T_i$  = Jarak vertikal antara geotextile dengan Pusat bidang longsor titik O

Pada geotextile lapisan pertama (pada dasar timbunan)

$H_{i1}$  = H timbunan = 4 meter

$$\begin{aligned} T_{i1} &= y_o - y_z \\ &= 18.335 - 10 \\ &= 8.335 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{geotextile}} &= 48.56 \times 8.335 \\ &= 404.74 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Tabel 5.10 Panjang Total Geotekstile

Layer	1 Sisi				
	Le (m)	Ld (m)	Sv (m)	Lo (m)	L total (m)
1	1.34	11.13	0.5	0.67	13.64
2	1.03	10.79	0.5	0.515	12.84
3	1.20	10.71	0.5	0.6	13.01
4	1.44	10.57	0.5	0.72	13.23
5	1.80	10.34	0.5	0.9	13.54
6	2.40	10.16	0.5	1.2	14.26
7	3.60	14.91	0.5	1.8	20.81

## BAB VI PERENCANAAN PONDASI

### 6.1 Perencanaan Tiang Pancang

Pada bab ini dilakukan perhitungan daya dukung sebuah tiang dasi dan kekuatan materialnya. Berikut hasil analisa daya dukung tanah berdasarkan SPT

Tabel 6.1 Data NSPT

DEPTH	NSPT
0	0
2	1
4	2
6	3
8	7
10	10
12	13.5
14	17
16	27
18	41
20	32
22	35
24	36
26	37
28	40
30	44

Daya dukung ijin satu tiang pancang dianalisis berdasarkan nilai N-SPT dari hasil. Dari data SPT dengan kedalaman 20 m sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 6.1.

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam merencanakan daya dukung tiang pancang berdasarkan data

SPT, contoh perhitungan ini dipakai kedalam rencana sedalam 20 meter ;

- Koreksi Terhadap Muka Air Tanah

Karena Nilai  $N_1$  yang ditinjau  $N < 15$ , maka tidak ada koreksi sehingga  $N_1 = N$

- Koreksi Terhadap *Overburden Pressure*

Hasil dari koreksi 1 ( $N_1$ ) dikoreksi lagi untuk pengaruh tekanan vertical efektif.

$$Po' = Z \times (\gamma_{sat} - \gamma_w) \\ = 12,795 \text{ t/m}^2$$

Karena nilai  $Po' > 7.5 \text{ t/m}^2$ , maka dipakai rumus:

$$N_p = \frac{4 \times N_1}{3,25 + 0,1 \times Po} = 28,259$$

$$2N = 2 \times 32 = 64 > 28.259 \text{ dipakai } 28.259$$

Mencari Nilai  $Q_u$  ujung tiang :

Dengan nilai  $N$  rata-rata ujung harga rata-rata  $N_2$  4D dibawah ujung s/d 8D diatas ujung tiang = 30.35

$$Q_{ult} = 40 N \times \frac{1}{4} \times \pi D \times D \\ = 40 \times 30.35 \times 0,25 \times 3,14 \times 0,6 \times 0,6 \\ = 343.25 \text{ Ton}$$

Karena jenis tanah merupakan lempung, maka nilai  $f_{si}$ :  
Untuk menahan tarik

$$f_{si} = \frac{N}{2} = \frac{29,25}{2} = 14.13 \text{ t/m}^2$$

Mencari nilai  $\Sigma$  RSI

$$\Sigma \text{ RSI} = f_{si} \times \pi \times D \times H \\ = 14.13 \times 3,14 \times 0,6 \times 0,5 = 13.32$$

$\Sigma$ RSI pada kedalaman 20 m = 267,5 ton

Mencari nilai  $Q_{ult}$  tiang

$$Q_{ult} = Q_{ujung} + \Sigma \text{ RSI} = 610,75 \text{ ton}$$



$$Q_d = \frac{Q_{ult}}{SF} \rightarrow SF = 3$$

$$= \frac{610,75}{3} = 203.58 \text{ Ton}$$

### 6.1.1 Spesifikasi Tiang Pancang

Pondasi yang digunakan dalam pembangunan silo ini di disain dengan menggunakan pondasi tiang pancang. Berikut spesifikasi tiang pancang yang digunakan adalah

Diameter	:	60 cm
Tebal	:	10 cm
LuasPenampang	:	1571 cm <sup>2</sup>
KelilingTiangPancang	:	$\pi \times d \times 21 = 39.58 \text{ m}$
Berat/meter	:	393 kg/m
Bending Momen	:	
Momen Crack	:	17 Ton.m
Ultimate	:	25.5 Ton.m
Allowable Axial Load	:	250 Ton

Syarat jarak antar tiang pancang (s) :

$$2,5D \leq Sx \leq 5D \rightarrow Sx = 5 D = 5 \times 0,5 = 2,5 \text{ m}$$

$$2,5D \leq Sy \leq 5D \rightarrow Sy = 5 D = 5 \times 0,5 = 2,5 \text{ m}$$

Dari hasil analisa daya dukung tiang pancang, kemudian akan dibandingkan dengan besarnya gaya yang harus diterima oleh kelompok tiang tersebut. Besarnya gaya yang harus diterima tiang adalah :

-Reaksi Maksimum Total dari chimney (SAP) : 8714,95 Ton

-berat sendiri poer : 3763.2 ton

Total Gaya yang harus diterima oleh group tiang pancang adalah 8714,95 Ton+3763.2 ton = 12478,15 ton

Beban mati ini nanti akan digunakan dalam perhitungan kombinasi beberapa beban.

Efisiensi aktual ditentukan dengan menggunakan perumusan dari Converce-Labarre sebagai berikut :

Jumlah baris, ( $m$ ) = 9

Jumlah kolom, ( $n$ ) = 9

$$E_k = 1 - \tan^{-1} \frac{D}{S} \left[ \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \right]$$

$$= 1 - \tan^{-1} \frac{0,6}{2,5} \left[ \frac{(10-1)10 + (10-1)10}{90 \times 10 \times 10} \right] = 0,78$$

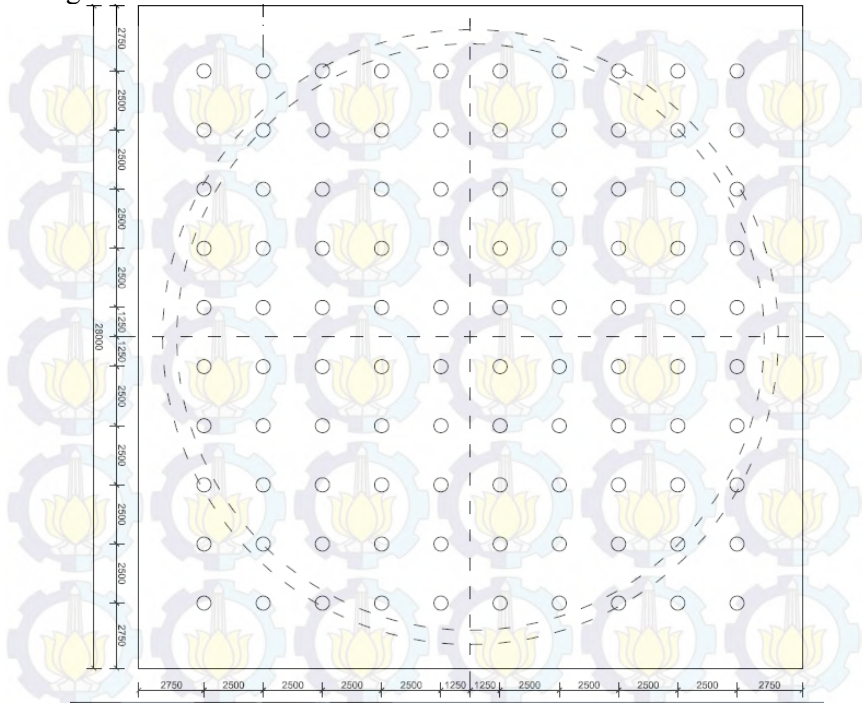
$$n = \frac{\Sigma P}{P E_k} \rightarrow E_k \text{ diasumsikan sebesar } 0,78$$

$$= \frac{12478,15}{203 \times 0,78} = 78,8 \approx 100 \text{ tiang}$$

### 6.1.2 Kontrol beban aksial kekuatan satu tiang pancang

Berdasarkan didapatkan jarak masing-masing tiang pancang terhadap titik berat poer, seperti yang diperlihatkan pada

gambar 6.1



Gambar 6.1 Konfigurasi Tiang Pancang Diameter 60 cm

Tabel 6.2 Konfigurasi Jarak Tiang Pancang

X1	=	11.25	m	n	=	10	$X1^2n$	=	1265.625	Y1	=	11.25	m	n	=	10	$Y1^2n$	=	1265.625	
X2	=	8.75	m	n	=	10	$X2^2n$	=	765.625	Y2	=	8.75	m	n	=	10	$Y2^2n$	=	765.625	
X3	=	6.25	m	n	=	10	$X3^2n$	=	390.625	Y3	=	6.25	m	n	=	10	$Y3^2n$	=	390.625	
X4	=	3.75	m	n	=	10	$X4^2n$	=	140.625	Y4	=	3.75	m	n	=	10	$Y4^2n$	=	140.625	
X5	=	1.25	m	n	=	10	$X5^2n$	=	15.625	Y5	=	1.25	m	n	=	10	$Y5^2n$	=	15.625	
X6	=	1.25	m	n	=	10	$X6^2n$	=	15.625	Y6	=	1.25	m	n	=	10	$Y6^2n$	=	15.625	
X7	=	3.75	m	n	=	10	$X7^2n$	=	140.625	Y7	=	3.75	m	n	=	10	$Y7^2n$	=	140.625	
X8	=	6.25	m	n	=	10	$X8^2n$	=	390.625	Y8	=	6.25	m	n	=	10	$Y8^2n$	=	390.625	
X9	=	8.75	m	n	=	10	$X9^2n$	=	765.625	Y9	=	8.75	m	n	=	10	$Y9^2n$	=	765.625	
X10	=	11.25	m	n	=	10	$X10^2n$	=	1265.625	Y10	=	11.25	m	n	=	10	$Y10^2n$	=	1265.625	
							$\Sigma X^2n$	=	5156.25	m							$\Sigma Y^2n$	=	5156.25	m

Tabel 6.3 Gaya Akibat Beban Kombinasi

KOMBINASI	Gaya Dalam		
	P (Ton)	MY (Tm)	MX (Tm)
1.4 D	17469,41	0	0
1.2 D + E	14973,78	3047,5224	914,25672
1.2 D + 1.6 W	14973,78	117,2124	-

Gaya gaya akibat beban kombinasi pada tabel 6.3 diperoleh Perhitungan kombinasi beberapa beban yaitu kombinasi beban mati, beban gempa dan beban angin.

Gaya yang dipikul oleh masing-masing tiang pancang ditentukan dengan perumusan berikut :



$$P_{maks} = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_{xo} y_{\max}}{\Sigma y^2} \pm \frac{M_{yo} x_{\max}}{\Sigma x^2}$$

$$M_{xo} = M_x = 30 \% \times 3047522.4 = 914,25672 \text{ T.m}$$

$$M_{yo} = M_y = 3047,5224 \text{ T.m}$$

Perhitungan akibat kombinasi pembebanan **1.2 D + E**

$$P_{maks} = \frac{14973,78}{100} + \frac{3047,5 \times 11,25}{5156,25} + \frac{914,2 \times 11,25}{5156,25} = 158,471 \text{ ton}$$

$$P_{\min} = \frac{14973,78}{100} - \frac{3047,5 \times 11,25}{5156,25} - \frac{914,2 \times 11,25}{5156,25} = 141,38 \text{ ton}$$

### 6.1 Kontrol Kapasitas

$$P_{max} \leq \bar{P} E k$$

$$154,05 \text{ ton} \leq 203,53 \text{ Ton} \times 0.78$$

$$158,47 \text{ Ton} \leq 158,75 \text{ Ton} \rightarrow (\text{Oke, Memenuhi})$$

### 6.2 Perencanaan Poer Tiang Pancang Ø600

Perencanaan poer direncanakan berbentuk segi empat berikut dimensi dan spesifikasi bahan

Data Perencanaan Poer :

$$\text{Dimensi Poer} = 28 \times 28 \times 2 \text{ m}$$

$$\text{Selimut Beton} = 70 \text{ mm}$$

$$\text{Ø Tulangan Utama} = 32 \text{ mm}$$

$$\text{Mutu Beton, } (f'c) = 35 \text{ MPa}$$

$$F'c = 35 \text{ Mpa}$$

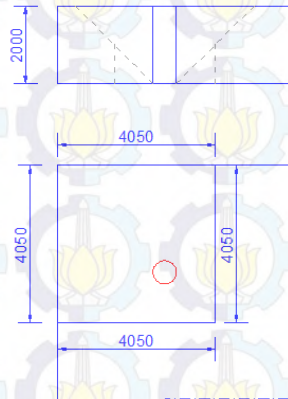
$$F_y = 420 \text{ Mpa}$$

### 6.2.1 Cek tebal poer tiang pancang Ø600 (geser ponds)

Perencanaan tebal poer harus memenuhi suatu ketentuan bahwa kekuatan geser nominal harus lebih besar dari geser ponds yang terjadi, daerah peninjauan dalam geser ponds ini adalah pada bagian tepi ujung poer di mana  $V_u$  akibat tiang pancang maksimum.

Data perencanaan poer:

T (poer)	= 2000 mm
Øtiang pancang	= 600 mm
Selimut	= 70 mm
Øtulangan	= 32 mm
$f_c'$	= 35 MPa
$\lambda$	= 1 (beton normal)
$\alpha_s$	= 30 (kolom tepi)



**Gambar 6.1** Skema geser ponds pada poer

Menghitung rasio sisi panjang terhadap daerah reaksi ( $\beta$ )

$$\beta = \frac{4050}{4050} = 1$$

$$d = 2000 - 70 - (32/2) = 1914 \text{ mm}$$

Menghitung penampang kritis adalah pada daerah diatas tiang pancang oleh karena itu, keliling penampang kritis ( $b_o$ ) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} b_o &= 4 \times (4050 + 1914) \\ &= 23856 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847-2013, pasal 11.11.2.1 untuk pondasi tapak non-prategang, ( $V_c$ ) ditentukan berdasarkan nilai yang terkecil dari poin berikut :

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \times \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_o \times d \\ &= 0,17 \times \left(1 + \frac{2}{1}\right) \times 1 \times \sqrt{35} \times 23856 \times 1914 \end{aligned}$$

$$= 137766542 \text{ N} = 137766,54 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0,083 \times \left(\frac{\alpha_s \times d}{b_o} + 2\right) \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_o \times d \\ &= 0,083 \times \left(\frac{30 \times 1914}{23856} + 2\right) \times 1 \times \sqrt{35} \times 23856 \times 1914 \\ &= 98807287 \text{ N} = 98807,28 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_o \times d \\ &= 0,33 \times 1 \times \sqrt{35} \times 23856 \times 1914 \\ &= 89143057 \text{ N} = 89143,057 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_c = 89143,057 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,85 \times 89143,057 = 75771,59 \text{ kN} > V_u = 1584,19 \text{ kN} \dots \text{Ok}$$

#### **a. Penulangan poer tiang pancang Ø600**

Dimensi Poer = 28000x28000 mm

Tebal Poer = 2000 mm

Mutu beton  $f_c'$  = 35 MPa





Tabel 6.4 Hasil Perhitungan Gaya pada Baris Terluar

Tiang	x(m)	y(m)	P(Ton)
1	11.25	11.75	158.470
2	8.75	11.75	156.993
3	6.25	11.75	155.515
4	3.75	11.75	154.038
5	1.25	11.75	152.560
6	1.25	11.75	152.560
7	3.75	11.75	154.038
8	6.25	11.75	155.515
9	8.75	11.75	156.993
10	11.25	11.75	158.470

Pada Tabel 6.4 diperoleh hasil gaya aksial ijin pada baris dan kolom terluar. Untuk menghitung Momen yang akan diterima oleh poer.

Berdasarkan gambar 6.2, maka M max yaitu :

$$\begin{aligned}
 M_{\text{Max}} &= P_1 \times 5 + P_2 \times 2.5 \\
 &= 158,47 \times 5 + 156,993 \times 2.5 \\
 &= 1184,83 \text{ Ton meter}
 \end{aligned}$$

#### Penulangan searah sumbu y

$$M_u = 1184,83 \times 10^6 \text{ N mm}$$

$$\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{f_c' - 28}{7} \right) \times 0,005 = 0,85 - \left( \frac{35 - 28}{7} \right) \times 0,005 = 0,845$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= \frac{0,85 \times 0,845 \times 35}{420} \left( \frac{600}{600 + 420} \right) = 0,035$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,035 = 0,026$$

$$\rho_{\text{min}} = 1,4 / f_y = 1,4 / 420 = 0,0033$$

$$m = \frac{f_y'}{0,85 \times f_c'} = \frac{420}{0,85 \times 35} = 14,118$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1184,83 \times 10^6}{0,9} = 1316,48 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2} = \frac{1316,48 \times 10^6}{28000 \times 1914^2} = 1,283 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{14,118} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,283 \times 14,118}{420}} \right) \\ &= 0,0031 \quad \rho_{\text{min}} = 0,0033 \end{aligned}$$

dipakai  $\rho = 0,0033$

digunakan tulangan diameter D32-125 dengan  $A_s = 6433,98 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} A_{s \text{ perlu}} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0033 \times 1000 \times 1914 \\ &= 6380 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan D32-125 pada kedua sumbu

$$\text{Tulangan susut} = 0,002 \times 1000 \times 1914 = 3828 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan susut D25-125 dengan  $A_s = 3926,99 \text{ mm}^2$

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN**

#### **7.1 KESIMPULAN**

Hasi Akhir dari penelitian tugas akhir ini merupakan jawaban dari permasalahan yang ada pada bab awal tugas akhir ini

1. Tinggi timbunan 4 m diperoleh Settlement 5.23, Settlement Consolidation Akibat Timbunan dan beban Surcharge akibat pabrik sebesar 0,74, dan akibat beban surcharge untuk menghilangkan secondary settlement sebesar 0,647 m
2. Untuk perencanaan Konsolidasi settlement memerlukan waktu 73,74 tahun, maka perlu direncanakan PVD untuk mempercepat proses consolidation settlement.
3. Pola pemasangan PVD yang dipakai yaitu pola pemasangan segitiga dan memerlukan waktu 19 minggu
4. Karena terjadi kelongsoran akibat beban timbunan sendiri maka diperlukan perbaikan tanah dengan menggunakan geotextile.
5. Alternatif perencanaan pondasi chimney menggunakan tiang pancang diameter 0.5 m dengan kedalaman 26 m dengan jumlah 121 tiang
6. Alternatif perencanaan pondasi chimney menggunakan tiang pancang diameter 0.6 m dengan kedalaman 20 m dengan jumlah 100 tiang
7. Dimensi Poer dari hasil perencanaan yaitu (28 x 28 x 2) m digunakan tulangan D32-125





## DAFTAR PUSTAKA

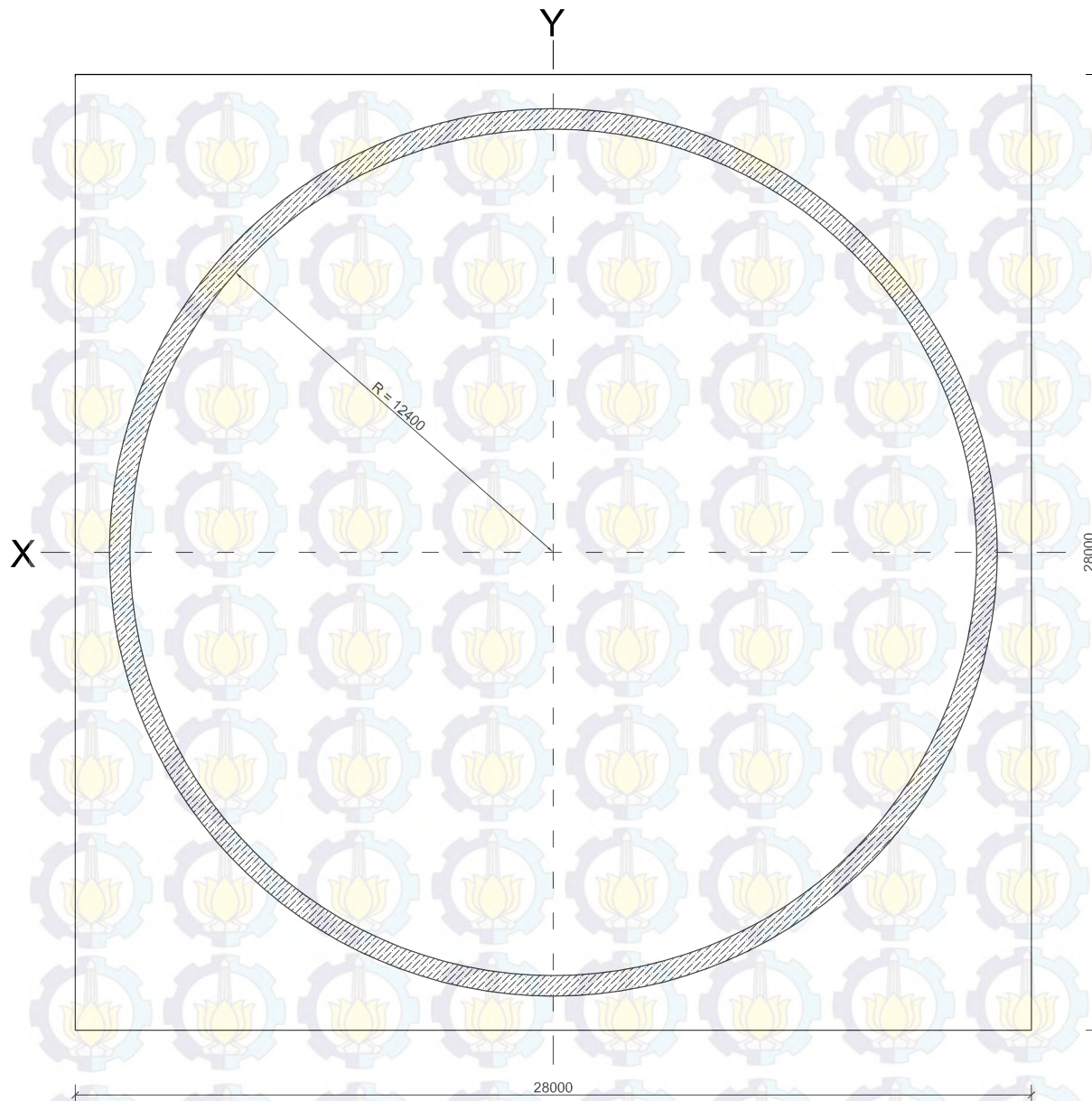
Bowles, J.E. 1991. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah.  
Jakarta : Erlangga.

Das, Braja M., (translated by Mochtar N.E, and Mochtar  
I.B.). 1985. Mekanika Tanah (Prinsip – prinsip  
Rekayasa Geoteknik) Jilid I. Jakarta: Erlangga.

Das, Braja M., (translated by Mochtar N.E, and Mochtar  
I.B.). 1985. Mekanika Tanah (Prinsip – prinsip  
Rekayasa Geoteknik) Jilid II. Jakarta: Erlangga.

Wahyudi, Herman. 1999. Daya Dukung Pondasi Dalam.  
Surabaya. Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.

Mochtar, Noor Endah 2012. Modul Ajar Metode  
Perbaikan Tanah. Surabaya : Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember.



## DENAH CHIMNEY

SKALA 1:200



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Perencanaan Pondasi Chimney

Dosen Pembimbing

Ir. Suwarno, M.Eng  
Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., Ph.D.

Mahasiswa

Restu Eko Prabowo S.

Nama Gambar

Denah Chimney

Skala

1:200

Nomor  
Gambar

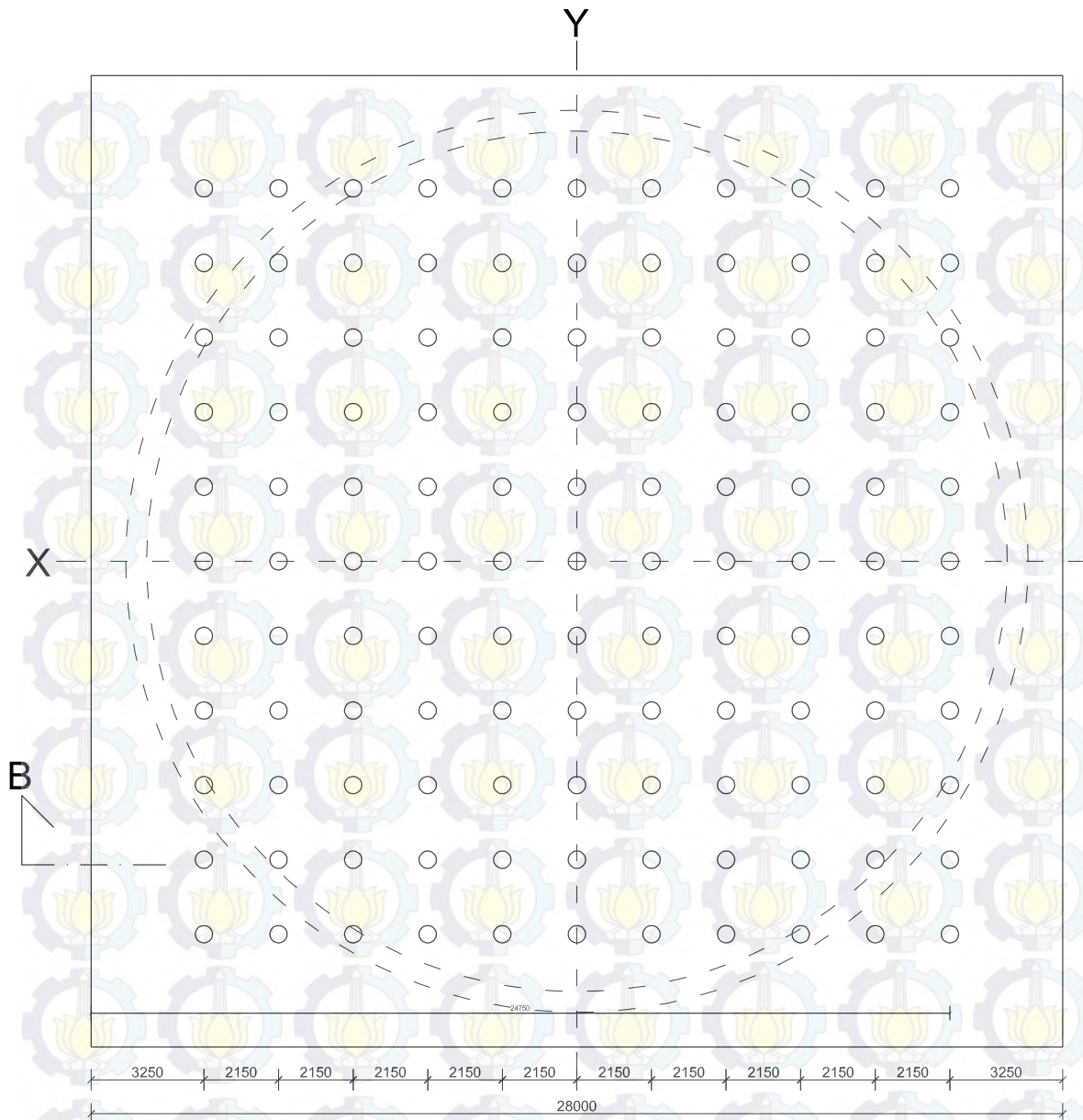
1

Jumlah  
Gambar

6


Catatan

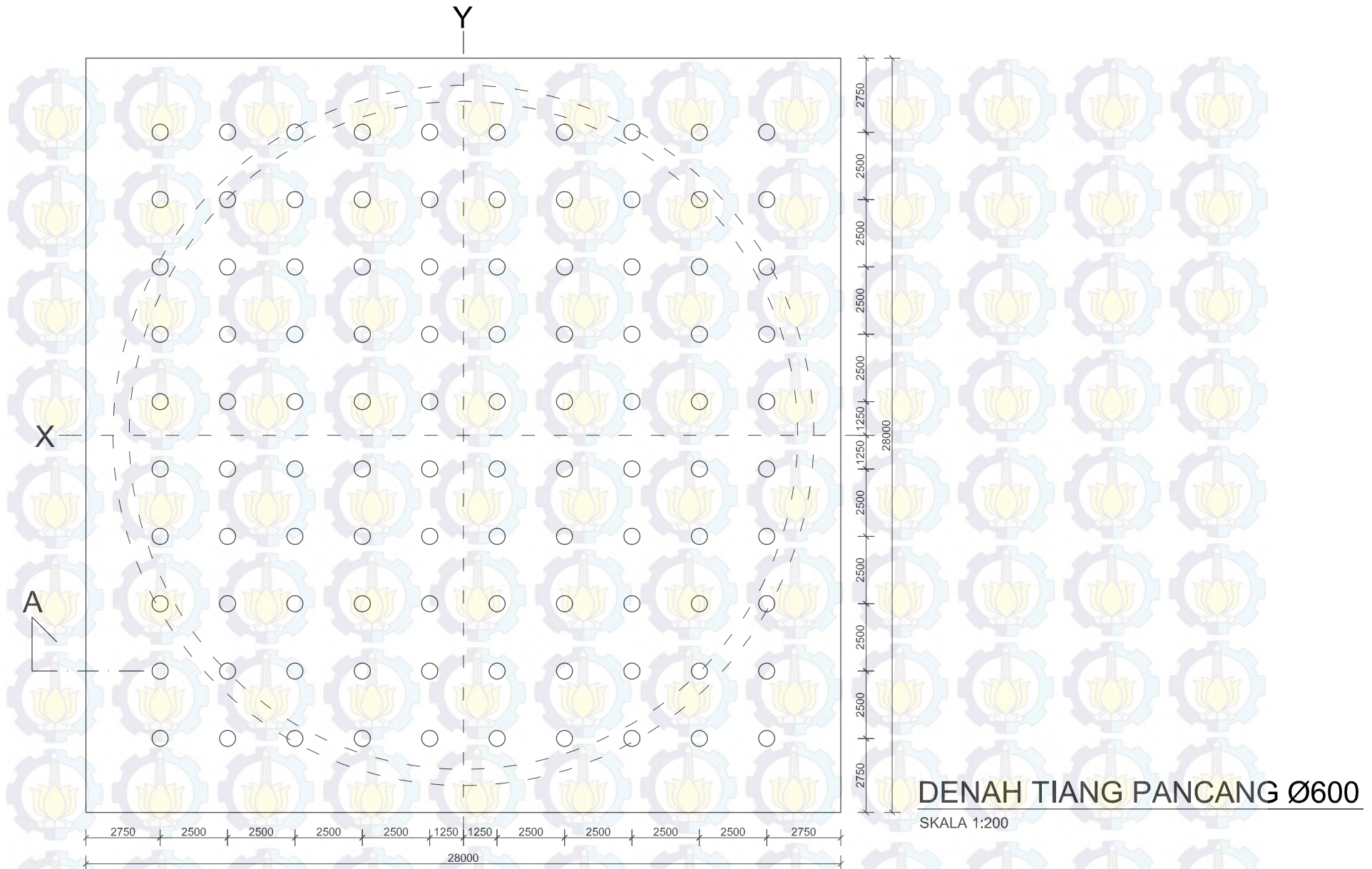




## DENAH TIANG PANCANG Ø500

SKALA 1:200

 <p>Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p>	<p>Judul Tugas Akhir</p> <p>Perencanaan Pondasi Chimney</p>	<p>Dosen Pembimbing</p> <p>Ir. Suwarno, M.Eng Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., Ph.D.</p>	<p>Mahasiswa</p> <p>Restu Eko Prabowo S.</p>	<p>Nama Gambar</p> <p>Denah Tiang Pancang Ø500</p>	<p>Skala</p> <p>1:200</p>	<p>Nomor Gambar</p> <p>4</p>	<p>Jumlah Gambar</p> <p>6</p>	<p>Catatan</p>
---	---	---	--	--	---------------------------	------------------------------	-------------------------------	----------------



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Perencanaan Pondasi Chimney

Dosen Pembimbing

Ir. Suwarno, M.Eng  
Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., Ph.D.

Mahasiswa

Restu Eko Prabowo S.

Nama Gambar

Denah Tiang Pancang Ø600

Skala

1:200

Nomor  
Gambar

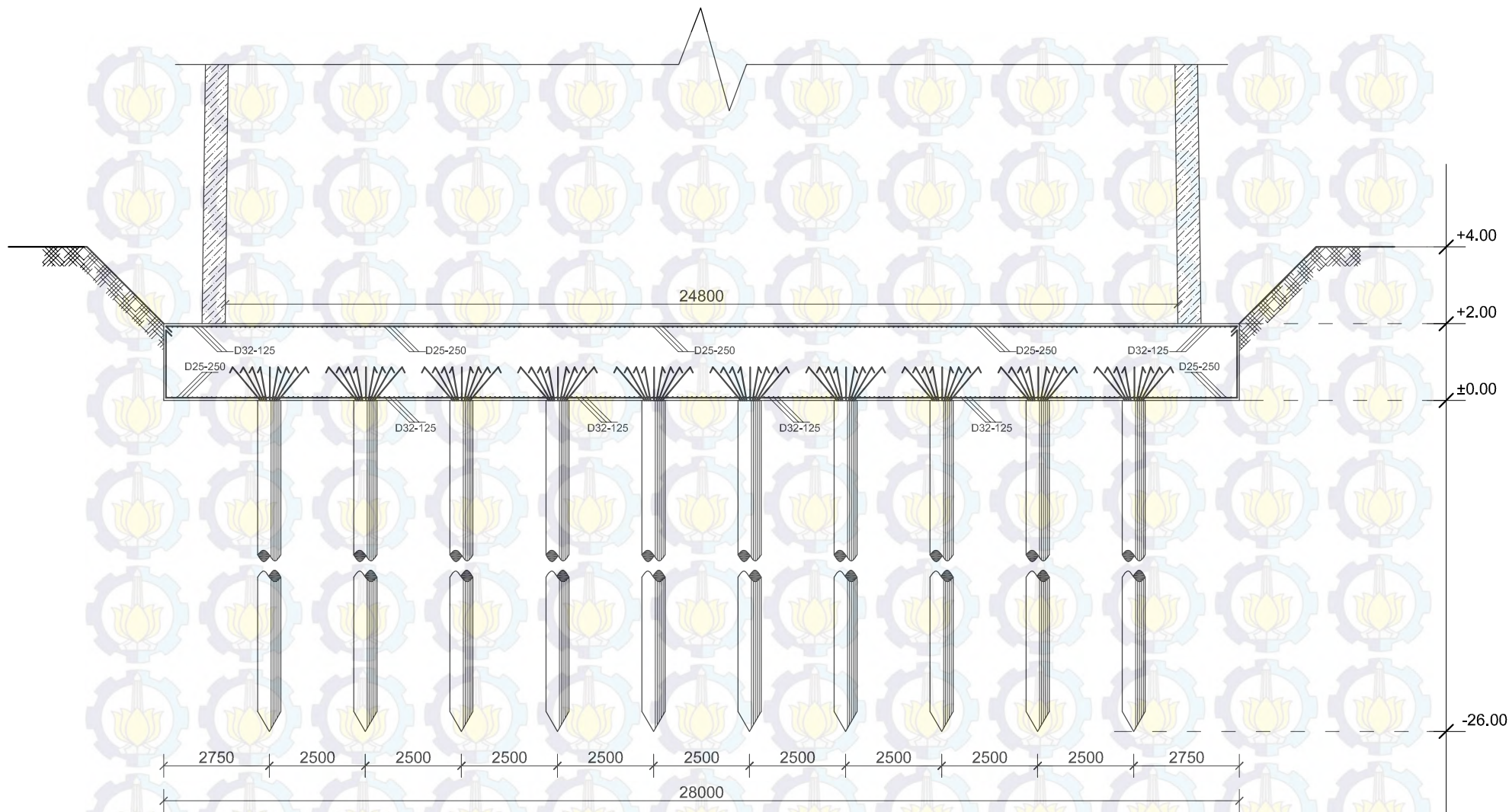
2

Jumlah  
Gambar

6


Catatan

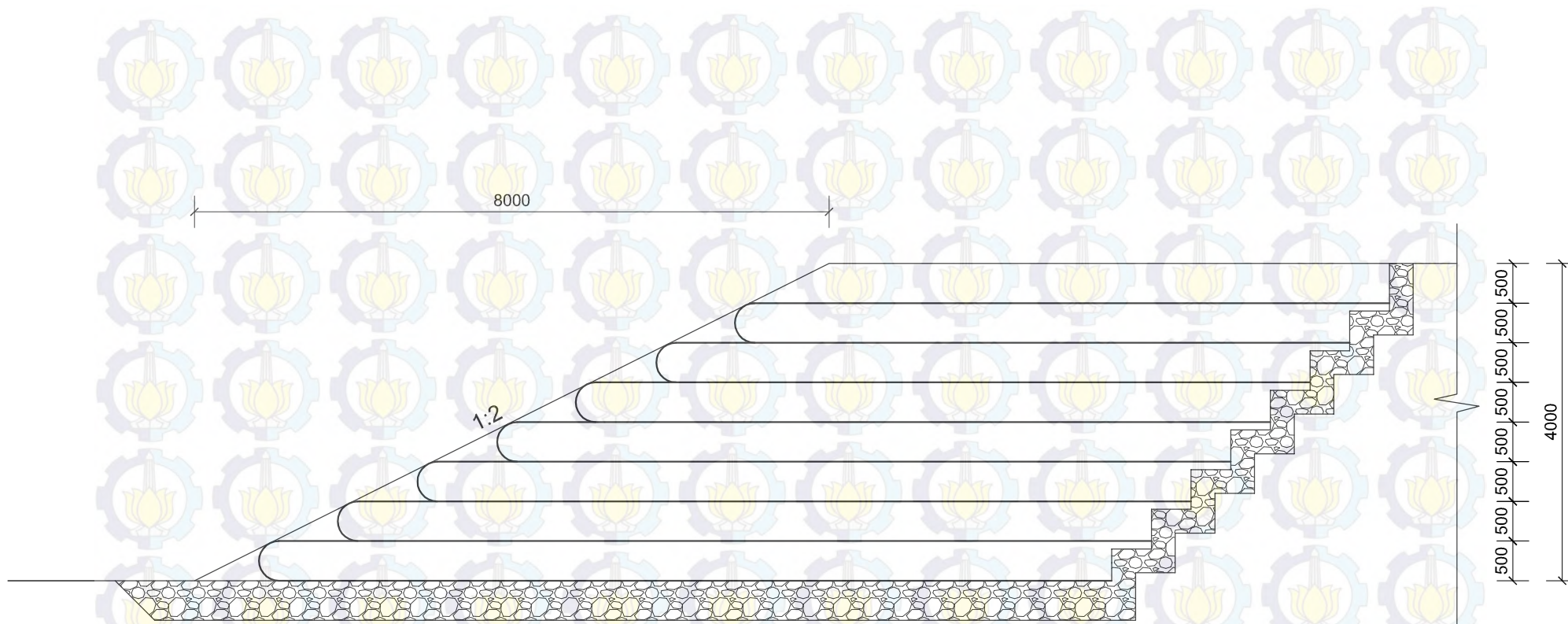




## POTONGAN A

SKALA 1:150

 <p>Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p>	<p>Judul Tugas Akhir</p> <p>Perencanaan Pondasi Chimney</p>	<p>Dosen Pembimbing</p> <p>Ir. Suwarno, M.Eng Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., Ph.D.</p>	<p>Mahasiswa</p> <p>Restu Eko Prabowo S.</p>	<p>Nama Gambar</p> <p>Potongan A</p>	<p>Skala</p> <p>1:150</p>	<p>Nomor Gambar</p> <p>3</p>	<p>Jumlah Gambar</p> <p>6</p>	<p>Catatan</p>
---	---	---	--	--------------------------------------	---------------------------	------------------------------	-------------------------------	----------------



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Perencanaan Pondasi Chimney

Dosen Pembimbing

Ir. Suwarno, M.Eng  
Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., Ph.D.

Mahasiswa

Restu Eko Prabowo S.

Nama Gambar

Geotextile

Skala

1:75

Nomor  
Gambar

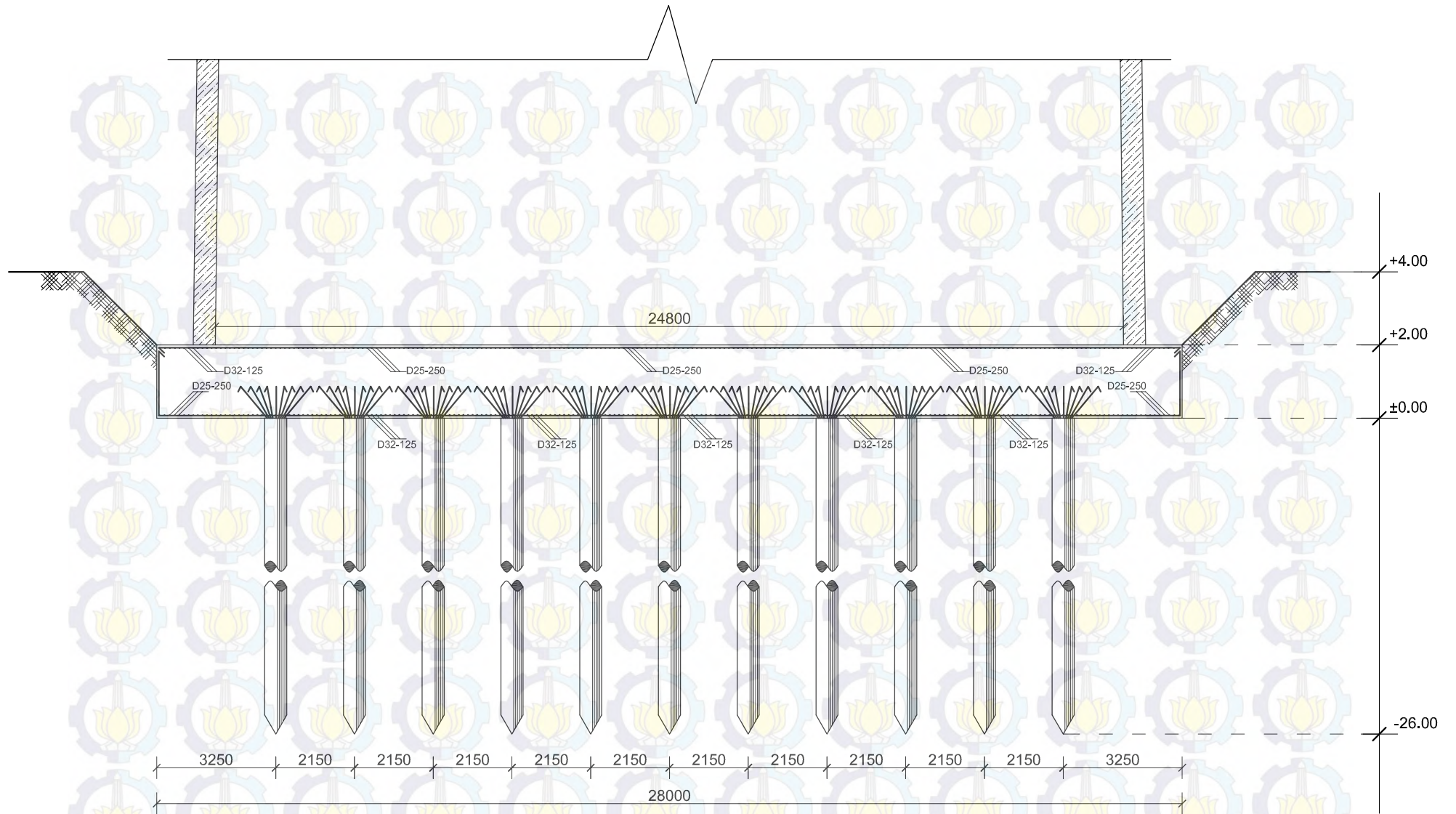
6

Jumlah  
Gambar

6

Catatan





## POTONGAN B

SKALA 1:150



Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Perencanaan Pondasi Chimney

Dosen Pembimbing

Ir. Suwarno, M.Eng  
Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., Ph.D.

Mahasiswa

Restu Eko Prabowo S.

Nama Gambar

Potongan B

Skala

1:150

Nomor  
Gambar

5

Jumlah  
Gambar

6

Catatan

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Magelang, 18 Januari 1992, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di, SDN Salaman 2 Magelang, SMPN 1 Magelang dan SMAN 1. Setelah lulus dari SMAN tahun 2010, Penulis mengikuti SPMB dan diterima di Jurusan Diploma Teknik Sipil di Universitas Gadjah Mada lalu melanjutkan ke jenjang studi Lintas Jalur Institut Teknologi

Sepuluh Nopember Jurusan Teknik Sipil. Di Jurusan Teknik Sipil ini Penulis mengambil Bidang Studi Geoteknik. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan Seminar yang diselenggarakan oleh Jurusan, Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil dan aktif di beberapa organisasi Ekstra Kampus